



Rapport final

Synthèse des connaissances sur le suivi de la qualité de l'air et des pluies dans la zone d'influence du complexe industriel et minier de Vale Nouvelle-Calédonie (2004-2011) – Recommandations (Volet 2/2)

A. Miñana, S. Sarramegna. EMR
Editeur : OEIL.

13 novembre 2013



Observatoire de l'environnement
en Nouvelle-Calédonie

11 rue Guynemer
98800 Nouméa
Tel.: (+ 687) 23 69 69
www.oeil.nc

*Synthèse des connaissances sur le suivi de la qualité
de l'air et des pluies dans la zone d'influence du
complexe industriel et minier de Vale Nouvelle-
Calédonie (2004-2011) – Recommandations
(Volet 2/2).*

Pièces écrites

*Commanditaire : Observatoire de l'environnement
Responsable du projet : Amandine Miñana*

Références	Version	Date	Rédacteur(s)	Relecteur(s)
Af-12-0487 Ra-13-0707	V1	13/11/2013	A. Miñana S. Sarramegna	A. Miñana S. Sarramegna

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo - Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



Table des Matières

Chapitre I - Résumé exécutif	8
Chapitre II - INTRODUCTION.....	12
Chapitre III - SYNTHESE DES PRINCIPAUX RESULTATS	14
III.1. Qualité de l'air.....	14
III.1.1. Rappel concernant le suivi de la qualité de l'air.....	14
III.1.2. Etat de référence.....	15
III.1.3. Suivis annuels	16
III.1.4. L'indice ATMO	18
III.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie	20
III.2.1. Rappel concernant le suivi de la qualité des eaux de pluie	20
III.2.2. Etat de référence.....	21
III.2.3. Suivis annuels	22
III.3. Suivi de la végétation	24
III.3.1. Rappel concernant le suivi de la végétation	24
III.3.2. Les suivis de 2006 à 2010.....	26
Chapitre IV - EVALUATION DU RESEAU DE SUIVI	27
IV.1. Dispositions générales.....	27
IV.1.1. Suivi de la qualité de l'air.....	27
IV.1.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie	28
IV.1.3. Suivi de végétation	28
IV.2. Dispositions particulières	29
IV.2.1. Suivi de la qualité de l'air.....	29
IV.2.2. Suivi de la qualité de l'eau de pluie.....	31
IV.2.3. Suivi de la végétation	33
IV.3. Paramètres suivis et méthodes de mesures utilisées	35
IV.3.1. Suivi de la qualité de l'air.....	35
IV.3.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie	37
IV.3.3. Suivi de la végétation	39
IV.4. Fréquences de suivi.....	41
IV.4.1. Suivi de la qualité de l'air.....	41
IV.4.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie	42
IV.4.3. Suivi de la végétation	42

IV.5. Mise en œuvre des suivis	43
IV.5.1. Suivi de la qualité de l'air.....	43
IV.5.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie	43
IV.5.3. Suivi de la végétation	44
Chapitre V - DOCUMENTS ET DONNÉES DISPONIBLES.....	45
Chapitre VI - RECOMMANDATIONS.....	48
VI.1. Paramètres suivis.....	48
VI.2. Stations suivies	51
VI.3. Fréquences de suivi.....	53
VI.4. Mise en œuvre des suivis	53
VI.5. Rapports Vale NC des suivis.....	54
Chapitre VII - CONCLUSIONS	55
Bibliographie	57

Liste des tableaux

Tableau 1: positionnement et caractéristiques des stations proposées par la province Sud et la convention Biodiversité - (source : Goro Nickel, 2008).....	14
Tableau 2 : paramètres mesurés pour la définition de la qualité de l'air ambiant et méthodes de références associées.....	15
Tableau 3 : synthèse des résultats des mesures réalisées pour l'établissement de l'état de référence de la qualité de l'air ; Valeurs moyennes par saison. ND : pas de donnée.	16
Tableau 4 : obligations applicables a Vale NC pour le suivi de la qualité de l'air - gaz et poussières en suspension - (source : arrêté n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008).	17
Tableau 5 : obligations applicables en Allemagne au suivi de la qualité de l'air-métaux contenus dans les retombées de poussières.	18
Tableau 6 : définition des qualificatifs et des codes couleur de l'indice ATMO source : www.legifrance.gouv.fr	18
Tableau 7 : comparaison des résultats (moyennes annuelles) du suivi de la qualité de l'air sur les polluants NO ₂ , SO ₂ et PM ₁₀ en suspension avec les valeurs limites et objectifs de qualité et définition de l'indice IQA simplifié pour chaque station et pour chaque année de suivi. FN=Forêt Nord, PR=Prony, PB=Port Boisé, BV=Base vie.	19
Tableau 8: localisation des stations de surveillance des eaux de pluies préconisées par les arrêtés 1769-2004/PS et 1466-2008/PS.....	20
Tableau 9 : paramètres et méthodes d'analyse des campagnes de mesures de la qualité des eaux de pluie.	21
Tableau 10 : moyennes, maxima et minima des concentrations en sulfates, en nitrates et en chlorures dans les eaux de pluie et valeurs de pH mesurées sur les 4 stations suivies dans le cadre des états de référence entre janvier 2004 et juillet 2005– (source : Vale NC, septembre 2005).	22
Tableau 11: localisation géographique et positionnement topographique des parcelles permanentes placées sur Forêt Nord (FN), le Pic du Grand Kaori (PGK) et le Pic du Pin (PP) - (source : Vale NC, aout 2011).	24
Tableau 12 : organisation des parcelles et mesures sur les parcelles de végétation (Vale NC, aout 2011) NA : non applicable.....	25
Tableau 13 : synthèse du positionnement des stations du suivi de la qualité de l'air au regard des vents dominants et de leur position par rapport au site minier et à l'usine.	31

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo – Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



Tableau 14 : synthèse du positionnement des stations du suivi de la qualité des eaux de pluie au regard des vents dominants et de leur position par rapport au site minier et à l'usine.	33
Tableau 15 : synthèse du positionnement des stations du suivi de la végétation au regard des vents dominants et de leur position par rapport au site minier et à l'usine. FN : Forêt Nord ; PGK : Pic du Grand Kaori ; PP : Pic du Pin.	34
Tableau 16 : synthèse du suivi de la qualité de l'air : paramètres, méthodes de mesure, instrumentations, normes retenues pour l'état de référence et les suivis de 2008 à 2011.	36
Tableau 17 : synthèse du suivi de la qualité des eaux de pluie : paramètres, méthodes de mesure, instrumentation, normes pour l'état de référence et les suivis de 2008 à 2011.	38
Tableau 18 : organisation des parcelles de végétation et mesures faites sur les individus présents dans les parcelles de végétation.	39
Tableau 19 : synthèse des fréquences de mesures pour le suivi de la qualité de l'air.	41
Tableau 20 : exemple de calcul du pourcentage des données disponibles pour les mesures continues (moyenne horaire) en SO ₂ (dioxyde de soufre) pour toute l'année 2008 (bissexile). En gras, les données pouvant être exploitées (>75%). FN : Forêt Nord.....	46

Liste des figures

Figure 1 : chronologie des réglementations et des suivis concernant la qualité de l'air pour le projet de Vale NC sur le site de Goro, de 2004 à 2012 - (source : Goro Nickel).	14
Figure 2 : chronologie des réglementations et des suivis concernant la qualité des eaux de pluie pour le projet de Vale NC sur le site de Goro, de 2004 à 2012 (Goro Nickel).	20
Figure 3 : schéma d'organisation des parcelles sur un site de suivi de la végétation, selon le protocole de Franck Murray établi en 2004.	40
Figure 4 : cartographie des terrains potentiellement amiantifères - source : DASS-NC.	50
Figure 5 : proposition d'emplacements pour une nouvelle station témoin à intégrer aux suivis de la qualité de l'air, de la qualité des eaux de pluie et de la végétation.	52

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo – Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



Chapitre I - Résumé exécutif

L'Observatoire de l'Environnement en province Sud (OEIL) a mandaté une étude de synthèse bibliographique sur la thématique du suivi de la qualité de l'air et des pluies dans la zone d'influence projet de Vale NC, s'appuyant sur un certain nombre de documents (études, rapports, etc.) produits par Vale NC ou certains de ses prestataires. Le présent document constitue le second volet de l'étude, qui consiste dans l'analyse critique des résultats et dans la formulation de recommandations – Volet 2/2.

Concernant la qualité de l'air, au regard des informations disponibles, il apparaît que le nombre (6 pour l'état de référence et 5 pour les suivis) et la position des stations de mesure semblent cohérents. Toutefois, dans le cas des poussières atmosphériques (PM₁₀, poussières sédimentables), il aurait probablement été pertinent de prendre en compte les activités minières à proprement parler, qui sont des sources diffuses et importantes de poussières, comme scénarii dans les modélisations de dispersions atmosphériques.

Les sites retenus lors de la réalisation de l'état de référence de la qualité des eaux de pluie, étaient au nombre de 4. Ces derniers n'ont pas été positionnés aux mêmes emplacements que les sites retenus pour l'établissement de l'état de référence de la qualité de l'air. Ces différences, sans altérer très probablement la définition de l'état de référence, sont toutefois dommageables car il est préférable de disposer l'ensemble des sites de mesures aux mêmes endroits pour pouvoir bénéficier de la mesure de l'ensemble des paramètres climatiques et des paramètres de qualité de l'air pour une bonne interprétation des résultats. De plus, au regard de la modélisation de dispersion atmosphérique, il aurait été préférable également de disposer du même nombre de stations de mesure de la qualité des eaux de pluies.

Les sites retenus pour la réalisation du suivi de l'état de santé des formations végétales par Vale Nouvelle-Calédonie, étaient au nombre de 3. Parmi ces derniers, 2 sites (Forêt Nord et Pic du Grand Kaori) ont été positionnés approximativement aux mêmes emplacements que les sites retenus pour l'établissement de l'état de référence et le suivi de la qualité de l'air. Cette correspondance est pertinente et permet de lier plus aisément les observations faites sur les végétaux et les caractéristiques de la qualité de l'air qui pourraient expliquer les éventuels impacts observés. De plus, leurs positionnements sont cohérents avec les résultats de la modélisation de dispersion atmosphérique. Un troisième site de suivi a été positionné de manière à disposer de mesures dans une zone dite « de référence ». Ceci est important dans le cadre d'un suivi environnemental et doit permettre de distinguer les variations observées d'ordre naturel de celles liées à l'activité anthropique.

Le dépérissement de la forêt de Chênes Gommés située à proximité de l'usine de Vale NC, soulève cependant la question de la fiabilité et de la pertinence du dispositif de surveillance. Toutefois, l'objectif des stations de suivi est de mettre en évidence les impacts potentiels des activités anthropiques. Or, il est important de constater, dans le cas présent, que ces derniers ont été détectés et que Vale NC a mis en place un ensemble d'expertises et de mesures permettant de suivre l'évolution de ces individus.

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo - Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



Pour les stations de suivi de la qualité de l'air, il a été possible, grâce aux coordonnées géographiques disponibles, de projeter l'ensemble de ces stations. La projection ainsi produite montre des incohérences dans le positionnement des stations au cours du temps. Ces modifications peuvent poser des problèmes dans l'interprétation des résultats. En effet, dans la pratique, les contraintes locales (relief, sources ponctuelles) pouvant altérer la mesure et le choix précis des stations doivent être considérés pour répondre aux objectifs de l'étude.

Comme pour les stations de suivi de la qualité de l'air, la projection des coordonnées géographiques, disponibles dans les différents documents, de l'ensemble des stations de mesure de la qualité de l'eau de pluie a permis de montrer des incohérences dans les différentes positions des stations au cours du temps. De la même façon que pour le suivi de l'air ceci pose la question de la rigueur du suivi des stations ou des relevés de terrain. Ceci pose aussi la question de la pertinence de l'analyse des résultats opérée par l'industriel. En effet, si les stations ont effectivement changé d'emplacement, alors les chroniques de suivi sur plusieurs années pourraient tout à fait être remises en cause, en particulier leurs qualités et leurs exploitabilités.

Contrairement aux deux paragraphes précédents, la projection des coordonnées géographiques de l'ensemble des stations de mesure de l'état de santé de la végétation a permis de montrer la stabilité de ces dernières au cours du temps.

Concernant les méthodes utilisées pour le suivi de la qualité de l'air, dans l'ensemble, le matériel de mesure utilisé répond aux exigences des normes françaises ainsi que les méthodes d'analyses. En revanche, les instruments de mesure utilisés au cours de l'état de référence diffèrent de ceux utilisés pendant la période des suivis (2008 à 2011).

Pour le suivi des eaux de pluie, il apparaît que l'instrumentation mise en place par Vale Nouvelle-Calédonie pour ce suivi est relativement artisanale. Malgré le fait que les documents précisent que les techniques d'échantillonnage sont conformes aux méthodes normées, le dispositif de récolte des échantillons ne fait pas référence à une norme précise.

Le suivi de la végétation se base sur le protocole du Dr. F Murray, professeur à l'Université de Murdoch en Australie occidentale. Le protocole utilisé se base sur le risque d'exposition des arbres aux émissions atmosphériques induites par le site ainsi que l'absorption des polluants de l'air par les végétaux et leur accumulation au niveau des feuilles.

Les fréquences de mesures définies pour le suivi de la qualité de l'air, plus précisément les gaz et les poussières en suspension sont continues. Pour les métaux, les collecteurs de poussières sont récupérés pour être ensuite analysés. Les dates des campagnes de prélèvements ne sont pas précisées et ainsi il n'est pas possible de valider ou non les périodes de mesures, en fonction notamment des conditions météorologiques particulières du site (pluviométrie en fonction de la saison, dominance des vents, etc.). Ainsi la fréquence des mesures ponctuelles pour les métaux dans les poussières n'est pas pertinente au regard des résultats disponibles.

Le suivi de la qualité des eaux de pluie est programmé à raison de 4 campagnes de prélèvements annuelles. Il n'est pas précisé à quelles périodes exactes doivent avoir lieu ces campagnes mais les documents laissent supposer des prélèvements en période humide et période sèche, et 1 fois par trimestre. En fonction de la méthode de prélèvement, on peut supposer que les campagnes de prélèvements ne sont pas programmables à l'avance et qu'il semble impossible d'obtenir la

reproductibilité des campagnes d'une année sur l'autre. Enfin, compte tenu du type même de ce suivi, il n'est pas possible de réellement planifier à l'avance le moment où la quantité d'eau de pluie prélevée sera suffisante pour effectuer des analyses. Cependant, compte tenu de la méthode de prélèvement, il est raisonnable de considérer que les échantillons sont représentatifs des événements pluvieux survenus et donc considérer la fréquence comme cohérente.

Pour le suivi de la végétation, les suivis s'effectuent de manière annuelle depuis 2007. L'optimisation du suivi de la végétation, réalisée en 2010, est pertinente au regard de la présente problématique. De plus, cette optimisation s'est faite après un suivi régulier pendant 5 années. Ainsi il a été possible, au regard des premiers résultats recueillis, de modifier le protocole de suivi pour allier la nécessité de disposer d'éléments pertinents et le temps mis pour recueillir ces derniers.

Pour l'ensemble des 3 suivis, il apparaît que les listes des paramètres suivis sont assez complètes. Il semble toutefois pour le suivi de l'air, que certains polluants, issus d'une activité industrielle notamment, ne sont pas pris en compte, alors qu'ils pourraient participer à la dégradation de la qualité de l'air ambiant. L'évolution dans ce sens serait d'inclure la mesure du CO (Monoxyde de Carbone) et des COV (Composés Organiques Volatiles) au suivi annuel de la qualité de l'air. Pour ce qui est de la qualité des eaux de pluie, l'intérêt principal de ce suivi réside dans le fait de pouvoir évaluer si oui ou non l'activité industrielle et minière de Vale NC dans le sud de la Grande Terre peut avoir un impact néfaste sur la composition des eaux de pluie, avec notamment une acidification. Afin de rendre ce suivi plus pertinent, il conviendrait donc d'ajouter aux paramètres déjà suivis les acides énoncés ci-avant, soit l'acide sulfureux H_2SO_3 et de l'acide nitrique HNO_3 . Pour le suivi de la végétation, les paramètres mis en place semblent pertinents au regard de la méthodologie appliquée et issue des recherches du professeur Franck Murray. L'adaptation du protocole de suivi, à partir de 2011, a été validée par les autorités de tutelle et semble convenir à l'ensemble des parties.

Pour ce qui est des stations de suivi, que ce soit pour l'air, la pluie ou la végétation, la recommandation principale découle du constat que la position de beaucoup de stations de suivi a changé. Il est très important de positionner de manière correcte les stations de suivi dès le départ et de ne plus modifier leurs emplacements par la suite. Si pour des raisons objectives et pertinentes les positions de(s) station(s) devaient être modifiées, il faudrait disposer d'une période de recouvrement suffisante pour que les résultats obtenus sur l'ancienne position puissent être corrélés avec ceux obtenus à la nouvelle position. Ainsi, l'ancienne station pourrait être abandonnée au profit de la nouvelle. De plus, dans l'ensemble aucune station ne peut en l'état actuel être considérée réellement comme une station témoin. En effet, la seule station témoin affichée est celle de Pic du Pin dans le cadre du suivi de la végétation. Or cette station, malgré la distance éloignée au site industriel, reste sous les vents dominants en provenance de l'usine et de la mine.

Dans l'ensemble, les fréquences de suivi énoncées semblent pertinentes. Pour autant, depuis la mise en œuvre des suivis, et plus particulièrement pour l'air et l'eau, aucune fréquence n'a pu être validée au regard des résultats obtenus. De plus, la mise en œuvre des suivis de l'air et des eaux de pluie a été laborieuse, notamment pour des raisons de technicité, de disponibilité du matériel et des équipes techniques. C'est principalement pour cette raison que Vale NC a décidé de confier à l'association Scal'Air le suivi de la qualité de l'air. Il conviendra de poursuivre cet engagement au moins pour une durée de 5 ans. Pour le suivi de la qualité des eaux de pluie, le constat qui peut être fait est le même que pour le suivi de l'air. En effet, la mise en œuvre difficile des stations montre bien que l'externalisation de ce suivi à un prestataire pourrait être une bonne option.

D'un point de vue « reporting », il a été constaté que les rapports mis à disposition comportent des imprécisions, des erreurs et parfois des incohérences qui nuisent à la qualité globale des documents et limite les analyses qui peuvent en être faites.

En conclusion, ce rapport met en exergue la stratégie du suivi depuis les premières missions. Il apparaît que dans le cadre du suivi de la qualité de l'air et des pluies, Vale Nouvelle-Calédonie a mis en place un réseau de suivi basé sur une stratégie clairement définie et relativement constante au cours du temps. Ce réseau de suivi, est cohérent au regard de la problématique posée et des impacts potentiels du projet industriel et minier. Cependant, malgré les nombreux suivis réalisés dans la zone d'étude, les changements de position de stations, des méthodes de prélèvement et/ou d'analyse, les problèmes de mise en œuvre des suivis et l'absence de contrôle détaillé sur les données collectées et diffusées font qu'à l'heure actuelle un nombre de données très limité peut être utilisé en rapport du travail effectué par Vale Nouvelle-Calédonie.

Chapitre II - INTRODUCTION

La société Vale Nouvelle-Calédonie, anciennement Goro Nickel, est une entreprise d'extraction de minerai et de production de nickel (Ni) et de cobalt (Co) qui s'est implantée dans le sud de la Nouvelle-Calédonie, sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, dans le secteur de la tribu de Goro. Cette entreprise s'est implantée en Nouvelle-Calédonie dans l'objectif d'exploiter le gisement de minerai de nickel du plateau de Goro avec la mise en place d'une mine à ciel ouvert, d'un complexe industriel et d'un port situé dans la baie de Prony. Le démarrage progressif du complexe minier et industriel a débuté en 2010, avec une production à pleine capacité prévue en 2013.

L'hydrométallurgie est le procédé qui a été choisi pour le traitement des minerais extraits sur la mine. Il doit permettre de traiter de la « terre rouge » (latérite) comprenant des taux de nickel inférieurs à 2 % grâce à un procédé de lixiviation par acide sulfurique à haute pression. Ce procédé de traitement chimique de la latérite génère des effluents liquides et gazeux contenant notamment du cadmium (Cd), du chrome (Cr) et du nickel (Ni), ainsi que des résidus solides, en particulier du sulfate de calcium (gypse). La société Vale NC a prévu de rejeter les effluents liquides traités dans le lagon néo-calédonien au moyen d'un émissaire sous-marin. Les effluents gazeux sont quant à eux rejetés dans l'atmosphère par le biais d'un certain nombre de cheminées ou d'émissaires.

La Nouvelle-Calédonie est un territoire reconnu pour son extraordinaire biodiversité autant animale que végétale et un taux d'endémisme pour la flore évalué à 76 %. C'est donc dans un contexte naturel très particulier, qui sera présenté dans cette étude, que s'implante ce projet minier d'envergure internationale.

Face à des prévisions d'extraction et de production de minerais de l'ordre de 12.5 millions de tonnes de matériels déplacées par an et 4.3 millions de tonnes de minerais traitées et exportées, les institutions de la Nouvelle-Calédonie ont autorisé l'industriel à exploiter ce gisement mais à des conditions imposées par la réglementation locale, en particulier celle concernant les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Ce classement en ICPE indique que les installations peuvent présenter des dangers ou des inconvénients pour la commodité des riverains, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, la protection de la nature et de l'environnement, ainsi que la conservation des sites et des monuments.

Vale NC s'est engagée à respecter des normes de rejets, en vigueur au niveau international et métropolitain, ainsi qu'à mesurer régulièrement les taux de substances toxiques ou dangereuses à proximité de ses installations de rejets, notamment les rejets de polluants atmosphériques pouvant dégrader l'air ambiant ainsi que la qualité des eaux de pluies, pouvant alors entraîner des conséquences sur la faune, la flore et la population.

Certaines de ces normes sont imposées par deux arrêtés provinciaux issus de la réglementation ICPE auquel est soumis l'ensemble du site industriel et minier.

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo – Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



L'engagement de Vale NC passe par la réalisation de suivis environnementaux dont le but est de caractériser l'état initial du site, d'analyser l'évolution temporelle et spatiale des paramètres retenus, de caractériser la nature, l'origine et la gravité des pollutions générées par le projet, d'identifier les effets directs, indirects, temporaires et permanents ainsi que les mesures d'atténuation qui peuvent être intégrées au projet afin de limiter ou d'éliminer les effets.

C'est dans ce contexte que L'Observatoire de l'Environnement en province Sud (OEIL) a mandaté une étude de synthèse bibliographique sur la thématique du suivi de la qualité de l'air et des pluies dans la zone d'influence projet de Vale NC, s'appuyant sur un certain nombre de documents (études, rapports, etc.) produits par Vale NC ou certains de ses prestataires.

Ainsi, la société EMR a été mandatée par l'Observatoire de l'Environnement (OEIL) pour réaliser l'ensemble de cette étude. Cette dernière est scindée en 3 phases (parties) distinctes :

- phase 1 : qui consiste dans l'élaboration d'une synthèse bibliographique de données traitant de la thématique « qualité de l'air et des pluies » ;
- phase 2 : qui consiste d'une part dans la réalisation de la synthèse des connaissances et dans la mise en forme des principaux résultats issus des différentes études mandatées par Vale NC, et d'autre part dans la mise en lumière des tendances d'évolution des paramètres mesurés dans le cadre des suivis mis en place par l'industriel. Les deux premières phases de cette étude constituent le volet 1 qui fait l'objet d'un premier rapport : Synthèse des connaissances sur le suivi de la qualité de l'air et des pluies dans la zone d'influence du complexe industriel et minier de Vale Nouvelle-Calédonie (2004-2012) – Volet 1/2.
- **phase 3, objet du présent document, constitue le second volet de l'étude, qui consiste dans l'analyse critique des résultats et dans la formulation de recommandations – Volet 2/2.**

La phase 3 « Critiques et recommandations », s'articule autour des axes suivants :

- la réalisation d'une synthèse des résultats (reprise de la phase 2) ;
- l'analyse critique portant sur les paramètres suivis, les stations, la mise en œuvre des suivis et la communication des informations par Vale NC ;
- l'analyse des documents et des données disponibles ;
- la formulation de critiques et de recommandations portant sur les mêmes items que l'analyse critique.

Cette phase 3 permet au lecteur de s'immerger dans le sujet présentement traité sans pour autant avoir la nécessité d'être expert. L'analyse, le regard critique et l'objectivité seront les seuls prérequis pour la lecture de cette étude.

Chapitre III - SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS

III.1. Qualité de l'air

III.1.1. Rappel concernant le suivi de la qualité de l'air

L'ensemble des informations détaillées est présenté dans le volet 1 de la présente étude. Seul un rappel est donné ci-après afin de situer le contexte.

La figure 1 présente la chronologie des aspects réglementaires et des suivis effectués.

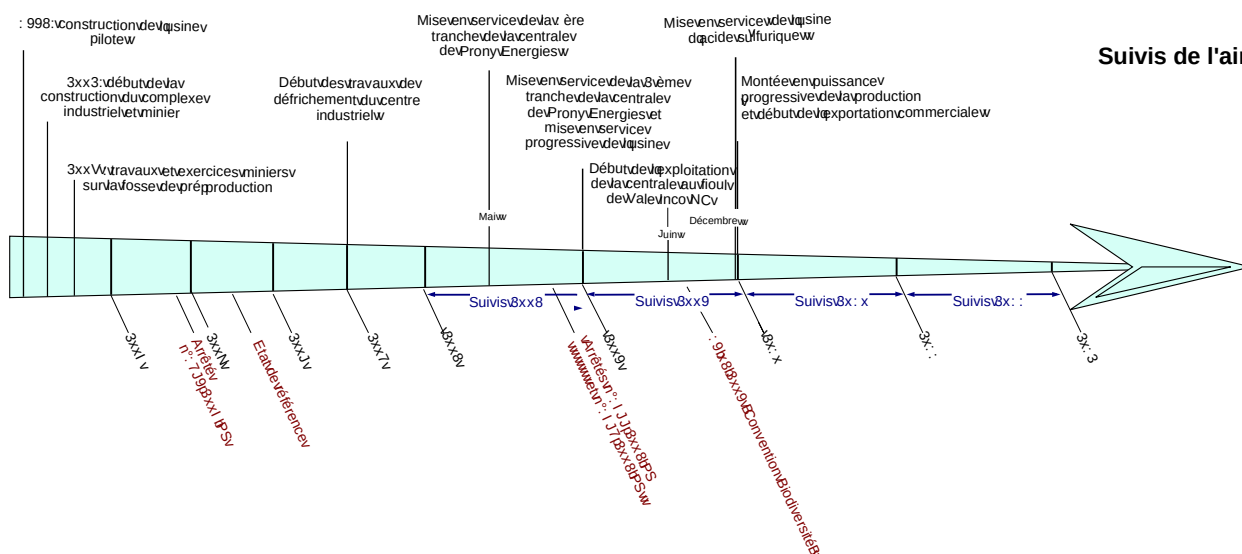


Figure 1 : chronologie des réglementations et des suivis concernant la qualité de l'air pour le projet de Vale NC sur le site de Goro, de 2004 à 2012 - (source : Goro Nickel).

Cinq stations ont été préconisées par la province Sud afin d'opérer les suivis de la qualité de l'air dans la région. Les caractéristiques et les coordonnées géographiques des stations de suivi de l'air préconisées sont répertoriées dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: positionnement et caractéristiques des stations proposées par la province Sud et la convention Biodiversité - (source : Goro Nickel, 2008).

Emplacement	Type	Fréquence	Arrêté 1769-2004/PS		Arrêté n°1466-2008/PS		Convention Biodiversité	
			X_IGN72	Y_IGN72	X_IGN72	Y_IGN72	X_IGN72	Y_IGN72
Forêt Nord - Plateforme du relais de télévision	Fixe	Continue	697500	7530400	697036	7530447	697614	7530560
Village de Prony	Fixe	Continue	687270	7530276	686360	7530157	686862	7530460
Port Boisé	Fixe	Continue	701886	7527006	702009	7528375	702826	7529080

E.M.R - Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) - BP 7949 - 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo - Voh - BP 680 - 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



Base vie	Fixe	Continue	695871	7530747	695677	7530776	696271	7531222
Pic du Grand Kaori	Mobile	Continue	aux abords du parc du Grand Kaori		694703	7534116	694919	7534950
Tribu de Goro	/	/	/	/	/	/	707683	7534140

Les arrêtés d'autorisation de la province Sud définissent quant à eux les paramètres à suivre pour la qualité de l'air ambiant ainsi que les méthodes de référence. Le Tableau 2 reprend ces informations.

Tableau 2 : paramètres mesurés pour la définition de la qualité de l'air ambiant et méthodes de références associées.

Paramètres	Méthodes de référence
Oxydes de soufre (équivalent SO ₂)	NF X 43019 et NF X 43013
Oxydes d'azote (NO ₂)	NF X 43018 et NF X 43009
Particules en suspension PM ₁₀	NF X 43021, 43023 et 43017
(Cd+Hg), (As+Se+Te), (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn) dans les poussières en suspension	NF X 43021, 43023 ,NF EN 14902
Particules PM ₁₀ dans les retombées de poussières	NF X43-014
Cd+Hg), (As+Se+Te), (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Zn) dans les retombées de poussières	NF EN 14902.

III.1.2. Etat de référence

Les résultats de l'état de référence de la qualité de l'air sont synthétisés dans le Tableau 3 ci-après. De façon générale, les constatations suivantes peuvent être faites :

- pour les polluants gazeux NO₂ et SO₂, les concentrations mesurées sont très faibles et souvent inférieures aux limites de détection analytique. Elles sont toujours inférieures aux limites réglementaires, et ce quelle que soit la saison ;
- pour les valeurs de PM₁₀ en suspension enregistrées pendant les deux saisons de mesure, les concentrations ne dépassent jamais les 22 µg/m³ (concentration moyenne sur 3 jours), valeur qui est en dessous de la valeur limite réglementaire (40 µg/m³ moyenne annuelle) ;
- pour les retombées de poussières, les valeurs en saison humide sont supérieures à celles mesurées en saison sèche et les valeurs hautes sont mesurées à la station Forêt Nord (205 mg/m²/jour en saison humide et 112 mg/m²/jour en saison sèche). Pour autant, ces valeurs sont encore inférieures à la valeur indicative du Ta Luft (350 mg/m²/j, réglementation allemande).

Les résultats des mesures des concentrations de métaux (en suspension et dans les retombées de poussières) n'ont pas été présentés dans ce tableau par commodité de lecture. Ils sont présentés en détail dans le « volet 1 » de la présente étude. De manière synthétique, les résultats suivants ont été constatés :

- les concentrations en V, Co, Cu, As, Cd, Sn, Sb, Pb et Hg en suspension sont faibles et inférieures aux valeurs cibles (parlement européen) ;
- les concentrations en Cr, Mn, Ni et Zn en suspension sont relativement importantes mais seul le Ni dépasse la valeur cible sur 2 stations (village Prony et Base vie). Toutefois, il apparaît la nécessité d'une surveillance pour le Cr et le Mn ;
- seuls le Mn, le Ni et le Zn présents dans les retombées de poussières ont des niveaux significatifs mais seul Ni dépasse la valeur limite de référence du Ta Luft pour la station Forêt Nord.

Tableau 3 : synthèse des résultats des mesures réalisées pour l'établissement de l'état de référence de la qualité de l'air ; Valeurs moyennes par saison. ND : pas de donnée.

	Stations	NO ₂ (µg/m ³)		SO ₂ (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)		Retombées de poussières (mg/m ² /j)	
		Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Etat de référence	Village de Prony	1.4	< 1	< 1.3	< 1.3	14	22	ND	ND
	Pic du Grand Kaori	< 0.9	1.3	1.3	< 1.3	7	9	ND	ND
	Base vie	< 0.9	2.1	1.8	2.6	21	9	ND	ND
	Forêt Nord	< 0.9	< 1	< 1.3	< 1.3	12	11	205	112
	Port boisé	0.9	< 1	< 1.3	3.1	7	7	109	104
	Tribu de Goro	< 0.9	< 1	< 1.3	< 1.3	16	9	ND	ND
Valeur limite (moyenne annuelle)		40		ND		40		350 (valeur Ta Luft)	
Objectif de qualité de l'air (moyenne annuelle)		40		50		30		ND	

III.1.3. Suivis annuels

En termes d'exploitabilité des données, c'est-à-dire selon Vale NC (qui fait référence également à l'ADEME, 2003) à partir de 75 % de données disponibles, les suivis annuels peuvent être synthétisés comme suit :

- NO₂ (en moyenne horaire) : aucune donnée exploitable pour aucune des stations ni aucune année du suivi ;
- SO₂ (en moyenne horaire) : données exploitables :
 - pour Forêt Nord (2008, 2009, 2010 et 2011),
 - pour Port Boisé (2008 et 2009),
 - pour Base vie (2008, 2009 et 2011),
- PM₁₀ (en moyenne horaire) : données exploitables uniquement pour Base vie en 2008 ;
- retombées de poussières : aucune donnée exploitable.

Quasiment toutes les données exprimées en moyenne journalière sont inexploitables, excepté pour la station Forêt Nord (2008, 2009 et 2010) et la station Base vie (2008 et 2009).

Les résultats des suivis, disponibles dans la bibliographie mise à disposition, ont été mis en forme dans le « volet 1 » de cette étude, et sont synthétisés ci-après :

- NO₂ : dans l'ensemble, toutes les concentrations se situent en dessous de la valeur fixée pour l'objectif de qualité (toutes les valeurs réglementaires sont rappelées dans le Tableau 4) ainsi qu'en dessous des valeurs limites pour la protection de la santé humaine et de l'écosystème. Ainsi, et malgré un certain niveau de données inexploitable, il semble que pour le dioxyde d'azote les concentrations mesurées dans l'air soient conformes au regard des valeurs retenues dans le cadre réglementaire ;
- SO₂ : dans l'ensemble, il n'a été constaté aucun dépassement des valeurs limites pour la protection de la santé humaine et de l'écosystème (qui ont des seuils différents pour ce paramètre). En effet, il faut noter que l'objectif de qualité fixé à 50 µg/m³ (moyenne annuelle) est plus de deux fois supérieur au seuil limite fixé pour la protection de l'écosystème (20 µg/m³ moyenne annuelle) ;
- PM₁₀ en suspension : il n'a été constaté aucun dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé humaine ni de l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m³, même si les stations Port Boisé en 2009 et Base vie en 2011 ont pu afficher des valeurs s'en approchant ;
- métaux contenus dans les PM₁₀ en suspension : seul le Ni affiche des valeurs pouvant dépasser la valeur cible fixée à 20 ng/m³. Ces dépassements ont été observés en 2009 sur les stations Base vie, Village de Prony et Forêt Nord. Pour les autres métaux pour lesquels il existe un seuil de valeur cible (Pb, Mn, As, Cd), les concentrations moyennes calculées ne dépassent jamais ces seuils. Il est rappelé ici que seule l'année 2009 présentait des données disponibles ;
- retombées de poussières : les valeurs mesurées sur les stations Forêt Nord et Port Boisé ne dépassent pas la valeur limite fixée à 350 mg/m²/j préconisée par le Ta Luft ;
- métaux contenus dans ces retombées de poussières : il n'existe pas de valeur limite réglementaire (France ou Nouvelle-Calédonie). C'est pourquoi les résultats des mesures ont été comparés aux valeurs limites des réglementations allemande et suisse (rappelées dans le Tableau 5). Dans ce cadre, seuls le Ni et le Pb dépassent les valeurs réglementaires. Les autres métaux prédominants sont le Mn, Cr et Zn, naturellement présents dans le sous-sol calédonien.

Tableau 4 : obligations applicables a Vale NC pour le suivi de la qualité de l'air - gaz et poussières en suspension - (source : arrêté n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008).

Polluant	Type	Période	Valeur (µg/m ³)	Mode de calcul et remarques
NO ₂	Objectif de qualité	Année civile	40	Moyenne
	Seuils de recommandation et d'information	Horaire	200	Moyenne
	Seuils d'alerte	Horaire	400	Moyenne
		Horaire	200	Si la procédure d'information à été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un dépassement le lendemain
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Année civile	200	2% des moyennes horaires soit 175h de dépassement autorisées par année civile
		Année civile	220	0,2% des moyennes horaires soit 18h de dépassement autorisées par année civile
		Année civile	40	Moyenne
	Valeur limite pour la protection de la santé des écosystèmes	Horaire	400	Moyenne
		Année civile	30	Moyenne (pour les NO ₂)
SO ₂	Objectif de qualité	Année civile	50	Moyenne
	Seuils de recommandation et d'information	Horaire	300	Moyenne
	Seuil d'alerte	Horaire	500	Moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Année civile	350	0,3% des moyennes horaires, soit 24 heures de dépassement autorisées

Polluant	Type	Période	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mode de calcul et remarques
		Année civile	125	0,8% des moyennes journalières, soit 3 jours de dépassement autorisés
	Valeur limite pour la protection de la santé des écosystèmes	Année	570 (9h)	centile 99,9 des concentrations horaires soit 9h de dépassement autorisées par année civile de 365 jours
		24h	230	Moyenne
		Année	20	Moyenne
PM ₁₀	Objectif de qualité	Année civile	30	Moyenne
	Seuil de recommandation et d'information	Horaire	80	en moyenne sur 24h
	Seuil d'alerte	Horaire	125	en moyenne sur 24h
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Année civile	50 (35j)	Centile 90,4 des moyennes journalières soit 35 jours de dépassement autorisés par année civile
		Année civile	40	Moyenne

Tableau 5 : obligations applicables en Allemagne au suivi de la qualité de l'air-métaux contenus dans les retombées de poussières.

		Valeur de la TA LUFT (à titre indicatif) 24/07/2002	Valeur suisses (à titre indicatif)
		Moyenne annuelle	
Poussières sédimentables	mg/m ² /jour	350	Aucune
Arsenic	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	4	Aucune
Cadmium		2	Aucune
Nickel		15	Aucune
Plomb		100	Aucune
Mercure		1	
Thallium		2	

III.1.4. L'indice ATMO

Il est intéressant de comparer les résultats disponibles du suivi de qualité de l'air de Vale NC avec un indice connu pour être une référence au niveau national. Les modalités de calcul de l'indice ATMO sont définies par l'arrêté ministériel du 22 juillet 2004 (<http://www.legifrance.gouv.fr>) relatif aux indices de la qualité de l'air, modifié par décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air. Il se présente ainsi (Tableau 6) :

Tableau 6 : définition des qualificatifs et des codes couleur de l'indice ATMO
source : www.legifrance.gouv.fr

indice	qualificatif	couleur
1	très bon	vert
2	très bon	vert
3	bon	vert

4	bon	vert
5	moyen	orange
6	médiocre	orange
7	médiocre	orange
8	mauvais	rouge
9	mauvais	rouge
10	très mauvais	rouge

Pour autant, il est important de préciser que l'indice ATMO ne concerne que les agglomérations de plus de 100 000 habitants (Sca'Air, La qualité de l'air à Nouméa et dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie, bilan 2012), ce qui limite fortement l'intérêt de son utilisation dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air autour de Vale NC. Il est renseigné, dans le cadre de la présente étude, uniquement à titre indicatif.

L'indice ATMO se calcule à partir de la concentration de 4 polluants, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, poussières fines (PM₁₀) et l'ozone. Chaque polluant permet de déterminer un sous-indice. Le plus fort de ces sous-indices donne l'indice ATMO avec le qualificatif associé. Or, dans le cas présent nous ne disposons pas de la mesure des concentrations en ozone car ce polluant n'est considéré pertinent que dans un contexte urbain (Sca'Air ; com. pers.). Il ne peut donc être rigoureusement calculé pour le réseau de surveillance du Sud. Cependant, comme le mode de calcul se base sur la plus forte valeur de chaque sous-indice pris séparément, la comparaison des résultats obtenus dans le cadre du suivi de la qualité de l'air de Vale NC avec un indice de référence reste intéressante. Nous parlerons donc ici d'indice IQA (Indice de Qualité de l'Air) simplifié, et il faut garder à l'esprit que, compte-tenu du faible niveau d'exploitabilité des données (généralement inférieur au seuil d'exploitabilité fixé à 75%), c'est à titre indicatif et informatif qu'il est présenté dans le tableau suivant.

Le Tableau 7 ci-après montre que l'indice IQA simplifié défini pour chaque station (Forêt Nord, Prony, Port boisé, Base vie) et pour chaque année du suivi de la qualité de l'air est toujours vert, allant d'un niveau 4 (bon) sur Port boisé en 2009 et sur Base vie en 2011, à un niveau 1 (très bon) sur Prony en 2009, sur Forêt Nord et sur Base vie en 2010. La moitié des indices définis pour les 4 années de suivi est de niveau 2, c'est-à-dire très bon.

Tableau 7 : comparaison des résultats (moyennes annuelles) du suivi de la qualité de l'air sur les polluants NO₂, SO₂ et PM₁₀ en suspension avec les valeurs limites et objectifs de qualité et détermination de l'indice IQA simplifié pour chaque station et pour chaque année de suivi. FN=Forêt Nord, PR=Prony, PB=Port Boisé, BV=Base vie.

Polluant	FN	PR	PB	BV	FN	PR	PB	BV	FN	PR	PB	BV	FN	PR	PB	BV	Valeur limite (µg/m³) pour la santé humaine	objectif de qualité (µg/m³)
	2008				2009				2010				2011					
NO ₂ (µg/m³)	1	19	29	2	5	/	1	2	/	/	/	5	2	/	/	3	40	40
Sous-indice IQA	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1			1		
SO ₂ (µg/m³)	2	1	2	1	1	2	1	2	1	/	/	2	2	/	/	1	125	50
Sous-indice IQA	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1			1		
PM ₁₀ (µg/m³)	15	14	12	14	11	6	23	10	/	/	/	1	14,6	/	/	23,4	40	30

Polluant	FN	PR	PB	BV	FN	PR	PB	BV	FN	PR	PB	BV	FN	PR	PB	BV	Valeur limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour la santé humaine	objectif de qualité ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	2008				2009				2010				2011					
Sous- indice IQA	2	2	2	2	2	1	4	2				1	3			4		
indice IQA simplifié	2	2	2	2	2	1	4	2	1			1	3			4		

III.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie

III.2.1. Rappel concernant le suivi de la qualité des eaux de pluie

Comme pour la partie concernant la qualité de l'air, l'ensemble des informations détaillées est présenté dans le volet 1 de la présente étude. Seul un rappel est donné ci-après afin de situer le contexte.

La Figure 2 présente la chronologie des aspects règlementaires et des suivis effectués.

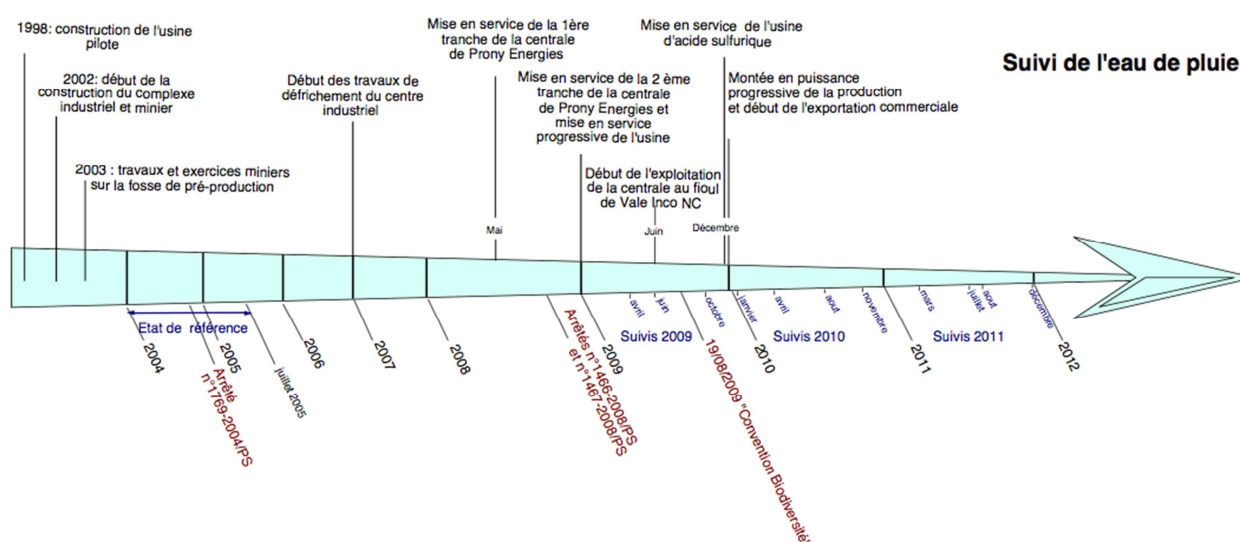


Figure 2 : chronologie des réglementations et des suivis concernant la qualité des eaux de pluie pour le projet de Vale NC sur le site de Goro, de 2004 à 2012 (Goro Nickel).

Sept stations ont été préconisées par la province Sud afin d'opérer les suivis de la qualité des eaux de pluie dans la région. Les coordonnées géographiques sont répertoriées dans le Tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8: localisation des stations de surveillance des eaux de pluies préconisées par les arrêtés 1769-2004/PS et 1466-2008/PS.

Station	X_IGN72	Y_IGN72	Altitude (en m)
Usine	696234	7528007	171
Prony	687270	7530276	56
Base vie	695871	7530747	140
Port Boisé	701886	7527006	10
Forêt Nord	696564	7530813	296
Chute de la Madeleine	691390	7540290	239
Parc Provincial de la Rivière Bleue	678630	7548950	180

Des mesures doivent être réalisées trimestriellement à partir du point de référence « zéro » établi préalablement à la mise en service des installations et avant le chantier de construction. Le but de ces mesures est de suivre les concentrations des polluants agissant sur la qualité des eaux de pluie. Pour cela les paramètres suivants sont demandés pour analyse :

- le pH ;
- la concentration en sulfates ;
- nitrates ;
- chlorures.

Le Tableau 9 est une synthèse des méthodes d'analyse utilisées pour effectuer les mesures des paramètres permettant d'établir la qualité des eaux de pluie pendant les états de référence et les suivis annuels. Seuls les nitrates et les chlorures font l'objet de deux méthodes de mesure différentes entre les études des états de référence et les suivis.

Tableau 9 : paramètres et méthodes d'analyse des campagnes de mesures de la qualité des eaux de pluie.

Paramètre	Méthodologie d'analyse	
	Etat de référence	Suivis / convention
Conservation et manipulation des échantillons	NF EN ISO 5667-3	NF EN ISO 5667-3
Etablissement des programmes d'échantillonnage	NF EN 25667-1	NF EN 25667-1
Techniques d'échantillonnage	NF EN 25667-2	NF EN 25667-2
Sulfates	NF EN ISO 11885	NF EN ISO 11885
Nitrates	Méthode HACH 8192	NF EN ISO 10304-1
Chlorures	Méthode HACH 8113	NF EN ISO 10304-1
pH	NF T 90008	NF T 90008

III.2.2. Etat de référence

Les résultats de l'état de référence établi pour la qualité des eaux de pluie sont présentés pour les 4 stations suivies (Usine, Déversoir, Capture et Pépinière) dans le tableau ci-après (Tableau 10). Cependant, il n'existe pas de valeur limite réglementaire pour les paramètres cités précédemment. Ainsi, les valeurs mesurées pour ces paramètres ne peuvent qu'être comparées aux valeurs moyennes définies pour une eau de pluie dite "non polluée". De façon générale, les constatations suivantes peuvent être faites :

- les eaux sont de nature plutôt acide avec un pH moyen égal à 5.3 ;
- les concentrations moyennes des sulfates sont homogènes et les valeurs moyennes varient entre 4.0 mg/L et 4.5 mg/L. Ces valeurs sont inférieures à la concentration moyenne définie pour qualifier les eaux de pluie ;
- les concentrations moyennes des nitrates sont homogènes et varient entre 0.4 mg/L et 0.5 mg/L. Ces valeurs sont inférieures à la concentration moyenne définie pour qualifier les eaux de pluie ;
- les concentrations moyennes en chlorures varient entre 6.3 mg/L et 9.3 mg/L. Ces valeurs sont supérieures à la concentration moyenne définie pour qualifier les eaux de pluie.

Pour synthétiser les principales informations concernant les variations spatio-temporelles, il est possible de retenir les éléments suivants :

- pour le pH, la valeur moyenne de la station Usine est de 5.7, alors que pour les autres stations elles sont de 5.3. Le pH le plus acide est celui recensé en novembre 2004 sur la station Déversoir (4.2);
- pour les sulfates, les concentrations moyennes sont homogènes et centrées autour de 4.2 mg SO_4^{2-} /L ;
- pour les nitrates, les concentrations moyennes sont homogènes sur les stations. Elles sont centrées autour de 0.4 mg NO_3^- /L. Les maxima se situent en mars 2004 (3.1 mg NO_3^- /L à 3.9 mg NO_3^- /L) ;
- les chlorures affichent des concentrations moyennes centrées autour de 8 mg Cl^- /L. les valeurs maximales ont été mesurées en novembre 2004 (15.4 mg Cl^- /L à 18.7 mg Cl^- /L) ;

Il n'existe aucune valeur de référence réglementaire pour la qualité des eaux de pluie

Tableau 10 : moyennes, maxima et minima des concentrations en sulfates, en nitrates et en chlorures dans les eaux de pluie et valeurs de pH mesurées sur les 4 stations suivies dans le cadre des états de référence entre janvier 2004 et juillet 2005– (source : Vale NC, septembre 2005).

Sites de suivis		Concentration en mg/L			pH
		Sulfates	Nitrates	Chlorures	
Usine	Moyenne	4,5	0,4	8,4	5,7
	Minimum	<4	<0,1	2,3	4,6
	Maximum	10	3,1	31,5	8,1
Déversoir	Moyenne	4,2	0,4	9,3	5,3
	Minimum	<4	<0,1	2,8	4,2
	Maximum	6,7	3,9	18,7	7,8
Capture	Moyenne	4	0,5	6,3	5,3
	Minimum	<4	<0,1	1,8	4,3
	Maximum	4,2	3,6	15,4	7,9
Pépinière	Moyenne	4,2	0,4	8	5,3
	Minimum	<4	<0,1	2	4,4
	Maximum	6,7	3,3	16,6	7,9

III.2.3. Suivis annuels

En termes d'exploitabilité des données, c'est-à-dire selon Vale NC (qui fait référence également à l'ADEME, 2003) à partir de 75 % de données disponibles, les suivis annuels peuvent être synthétisés comme suit :

- sulfates : excepté sur la station Port Boisé (en 2010), toutes les données sont exploitables pour 2009, 2010 et 2011 ;
- nitrates : excepté sur les stations Port Boisé en 2010 et Prony en 2011, toutes les données sont exploitables pour 2009, 2010 et 2011;
- chlorures : excepté sur les stations Port Boisé en 2010 et Prony en 2011, toutes les données sont exploitables pour 2009, 2010 et 2011 ;
- pH : excepté sur la station Port Boisé (en 2010), toutes les données sont exploitables pour 2009, 2010 et 2011.

Les résultats des suivis, disponibles dans la bibliographie mise à disposition, ont été mis en forme dans le « volet 1 » de cette étude et sont synthétisés ci-après :

- pour les paramètres réglementaires :
 - o sulfates : les moyennes basses de concentration des sulfates évoluent entre 0.8 mg/L et 1.3 mg/L tandis que les moyennes hautes se situent entre 2.5 mg/L et 5.5 mg/L. Ces valeurs montrent que la concentration en sulfates des eaux de pluie évolue dans la gamme des valeurs « normales » citées dans la bibliographie. Ainsi, la très grande majorité des concentrations mesurées sur toutes les stations est en dessous de la valeur moyenne de ce paramètre caractérisant les eaux de pluie, soit 8 mg/L, excepté pour la station Usine en juillet et décembre 2011 (respectivement 16 et 9.2 mg/L) ;
 - o nitrates : sur les 3 années de suivis, les pics de concentration se retrouvent en avril/octobre 2009, en novembre 2010 et en décembre 2011. Les stations Usine et Parc de la Rivière Bleue semblent être les stations les plus soumises aux maxima de concentrations (respectivement 3.9 mg/L en octobre 2009 et 4.9 mg/L en avril 2009). Ces valeurs restent cependant dans la gamme admise des maxima (4.7 mg/L) pour les nitrates dans les eaux de pluie ;
 - o chlorures : les concentrations en chlorures mesurées au cours des suivis annuels sont équivalentes aux valeurs moyennes « normales » mesurées pour les eaux de pluie. Toutefois, les concentrations les plus élevées ont systématiquement été retrouvées sur la station Usine et le maximum de 16.7 mg/L est dépassé au cours de 3 campagnes (avril 2009, novembre 2010 et juillet 2011) pour la station Usine (3 dépassements), mais également pour la station Port Boisé (1 dépassement), la station Base vie (1 dépassement) et la station Chute de la Madeleine (1 dépassement). Ainsi, sur les 3 années de suivis, les pics de concentration se retrouvent en avril/octobre 2009, en novembre 2010 et en août/décembre 2011 ;
 - o pH : de façon générale, les pluies sont de nature plutôt acide avec un pH moyen de 6.3 en 2009, 6 en 2010 et 5.7 en 2011, ce qui est conforme aux valeurs moyennes de pH pour les eaux de pluie. De plus, malgré des moyennes en baisse, l'évolution de ce paramètre n'est pas marquée de façon claire vers une acidification des eaux de pluie.
- pour les paramètres non réglementaires :
 - o conductivité : de façon générale, la conductivité des eaux de pluie est faible, évoluant entre 15 et 35 μ S/cm. Les pics de concentration se retrouvent en avril/octobre 2009, en novembre 2010 et en décembre 2011, principalement sur les stations Usine, Base vie et Port Boisé. Il semblerait que l'on puisse noter une tendance à la diminution en lien avec l'éloignement au site ;
 - o phosphates : la grande majorité des valeurs est inférieure au seuil de détection (0.2 mg/L). Seule la station Base vie affiche des valeurs supérieures à cette limite en janvier et en novembre 2010.

III.3. Suivi de la végétation

III.3.1. Rappel concernant le suivi de la végétation

Comme pour les parties concernant la qualité de l'air et de l'eau de pluie, l'ensemble des informations détaillées est présenté dans le volet 1 de la présente étude. Seul un rappel est donné ci-après afin de situer le contexte.

Dans le cas des suivis initiaux, trois stations ont été positionnées en raison de leur localisation dans la zone dite « zone d'influence », leur richesse biologique ainsi que leur intérêt patrimonial. Ces stations sont :

- Forêt Nord située à 600 m de l'usine ;
- Pic du Grand Kaori située à 5 km du site industriel ;
- Pic du Pin qui elle est située hors zone d'influence mais agira en tant que station témoin pour pouvoir comparer les résultats précédents.

Pour évaluer l'apport des polluants atmosphériques et leur absorption, il est nécessaire d'analyser les concentrations en soufre, en azote et en métaux à différents niveaux :

- les feuilles des plantes ;
- la litière ;
- le sol.

Pour cela, dix parcelles permanentes ont été établies afin de suivre l'état de la flore (Tableau 11) :

- quatre sur Forêt Nord, installées à partir du 7 novembre 2006 ;
- quatre sur le Pic du Grand Kaori, installées à partir du 3 juillet 2007 ;
- deux sur le Pic du Pin, installées à partir de décembre 2009.

Elles sont placées en piedmont et en ligne de crête des réserves de Forêt Nord et du Pic du Grand Kaori afin de détecter les effets potentiels des panaches d'émissions atmosphériques de l'usine dont la progression a été modélisée par la société Katestone (dans sa version 2007).

Tableau 11: localisation géographique et positionnement topographique des parcelles permanentes placées sur Forêt Nord (FN), le Pic du Grand Kaori (PGK) et le Pic du Pin (PP) - (source : Vale NC, aout 2011).

Nom de la parcelle	Position topographique	Altitude (m)	Type de sol	Type de forêt	Localisation IGN 72	
					Est	Nord
FN1	plaine	185	colluviale	forêt humide	696913	7529857
FN2	piedmont	243	colluviale/éboulis	forêt humide	697074	7530039
FN3	pente	287	éboulis	forêt humide à <i>Macaranga alc</i>	696979	7530409
FN4	plaine	179	éboulis	forêt humide à <i>Araucaria nem</i>	696726	7529511
PGK1	plaine	240	colluviale	forêt humide à <i>Arillastrum</i>	694956	7534216
PGK2	piedmont	250	colluviale/éboulis	forêt humide	694913	7534434
PGK3	pente	330	éboulis	forêt humide	695226	7534577
PGK4	crête	315	éboulis	forêt humide	695064	7534758
PP1	plaine	299	colluviale	forêt humide à <i>Nothofagus</i>	688460	7538653
PP2	piedmont	313	colluviale	forêt humide	688385	7539456

Les méthodes utilisées sont synthétisées dans le tableau suivant (Tableau 12).

Tableau 12 : organisation des parcelles et mesures sur les parcelles de végétation (Vale NC, aout 2011) NA : non applicable.

Dispositif et nombre	Composition et diversité	Structure forestière	Santé	Sol, litière et feuilles pour analyse chimique	Couverture totale par station
Parcelle 400 m ² x 4	Identification des individus >10 cm (diamètre à hauteur de poitrine (d.b.h)) Nombre	Arbres	Prélèvement de feuilles pour mesure de fluorescence chlorophyllienne	Prélèvement de 10 échantillons de sol, 10 de litière, 8 de feuilles prélevées sur des individus de 5 espèces communes à la parcelle	1600 m ²
Placette 10 m ² x 6	Identification des individus > 1 m de hauteur et <10 cm (diamètre à hauteur de poitrine (d.b.h)) Nombre	Strate arbustive haute	Mesure de fluorescence chlorophyllienne sur une feuille par arbuste Observation de maladies et attaques par éléments pathogènes	NA	240 m ²
Placette 4 m ² x 8	Identification des individus de hauteur >20 cm ,< 1m Nombre	Strate arbustive basse	Mesure de fluorescence chlorophyllienne sur une feuille par arbuste Observation de maladies et attaques par éléments pathogènes	NA	128 m ²
Placette 1 m ² x 8	Identification des individus < 20 cm de hauteur Nombre	Strate herbacée	Mesure de fluorescence chlorophyllienne sur une feuille par arbuste ou plantule Observation de maladies et attaques par éléments pathogènes	NA	32 m ²

A partir de 2010, la méthodologie mise en place a été remaniée principalement pour l'optimisation de l'effort d'échantillonnage et des fréquences de suivi en lien avec le faible dynamisme de croissance des forêts humides sur latérites. Les points essentiels de cette optimisation sont listés ci-après :

- une mesure de la structure des parcelles tous les cinq ans au lieu d'un suivi annuel ;
- un comptage annuel des plantes étiquetées afin de constater la mortalité ;
- les mesures de fluorimétrie seront limitées au nombre moyen de plantes par placette sur les deux plus petites surfaces (1 et 4 m²). Cela a pour but de réduire le temps passé sur ce type de mesures ;
- l'échantillonnage du sol, de la litière (10 échantillons de 100 g) et des feuilles devra s'effectuer annuellement à la même période que les mesures et ne comptera plus que cinq échantillons, puis, à partir de 2010, ces échantillonnages seront étendus au-delà des parcelles et sur des espèces spécifiques dont les taux d'azote (N) et de soufre (S) sont élevés par rapport aux données précédentes et dont les symptômes du dépérissement sont visibles ;
- des mesures de pH des sols devront être effectuées ;
- en 2010, la station témoin devra être abandonnée ;
- en 2010, des mesures de luminosité au sol seront mise en place sur les parcelles de Forêt Nord pour mettre en évidence les changements de la canopée.

III.3.2. Les suivis de 2006 à 2010

Les principaux résultats du suivi de la végétation ont été présentés dans le « volet 1 » de la présente étude. Vale NC conclut aux points suivants :

- les parcelles suivies sur les 3 stations montrent des formations végétales très diversifiées avec une régénération naturelle importante ;
- la mesure de l'activité photosynthétique montre des végétaux en bon état de santé sur les parcelles de Forêt Nord et du Pic du Grand Kaori ;
- les prélèvements effectués sur les sols, les litières et les feuilles de Forêt Nord et du Pic du Grand Kaori montrent des variations temporelles dont :
 - o une augmentation significative des teneurs en azote de la litière et des feuilles,
 - o une augmentation linéaire des teneurs en soufre de la litière,
- les teneurs grandissantes en azote et en soufre dans la litière peuvent suggérer que le phénomène de dépérissement de la forêt de Chêne Gomme pourrait s'étendre à la Forêt Nord malgré le fait que les parcelles présentes sur le Pic du Pin (les plus éloignées du site industriel) ont montré les plus fortes augmentations d'azote ;
- l'absence de symptôme foliaire visuel, synonyme d'impact dû au SO₂, sur Forêt Nord est lié au fait que le prélèvement d'échantillons de feuilles est difficile à réaliser en raison de la hauteur des arbres, alors que cette strate est la première réceptrice des émissions atmosphériques ;
- des taux plus importants de mortalité sur la parcelle FN1 située sur le bord de la route avec une augmentation significative des teneurs en manganèse dans la litière et ce en raison des dépôts de poussières ferrugineuses apportées par le trafic routier lors de la construction de l'usine

Chapitre IV - EVALUATION DU RESEAU DE SUIVI

IV.1. Dispositions générales

IV.1.1. Suivi de la qualité de l'air

La définition du nombre de stations de mesure de la qualité de l'air ainsi que de leurs positionnements se base généralement sur plusieurs critères :

- l'analyse des résultats d'études de modélisations de dispersion effectuées de manière précoce (par le client ou un autre organisme) ;
- l'analyse des caractéristiques topographiques et des conditions météorologiques de la zone d'étude ;
- la prise en compte de sources d'émissions éventuelles autres que celles liées à Vale Nouvelle-Calédonie, présentes sur la zone d'étude (sources spécifiques comme le transport automobile, les émetteurs industriels.) ;
- la position des zones sensibles (zones habitées ou présentant un intérêt environnemental notable) ;
- différents guides méthodologiques établissant les critères de positionnement de stations de suivi de la qualité de l'air (citons pour exemple l'ADEME).

Les sites retenus lors de la réalisation de l'état de référence mené en 2005 par les bureaux d'études Séchaud Environnement et le LBTP étaient au nombre de 6. Ces derniers ont été retenus en fonction de plusieurs critères :

- donner une bonne quantification des mesures en période de pleine exploitation et ainsi avoir une meilleure approche des impacts qu'auront les rejets atmosphériques de l'usine ;
- avoir des informations sur les émissions auxquelles seront soumises les populations les plus proches du site ;
- contrôler la dispersion des émissions atmosphériques sur des stations plus éloignées et situées sous le vent du site industriel.

Au regard, des informations disponibles dans les documents de modélisation de dispersion atmosphérique (Katestone Environmental, 2007), il apparaît que le nombre et la position, de ces 6 stations de mesure, semblent cohérents. Toutefois, d'après l'examen des cartes présentant les résultats des modélisations des différents polluants atmosphériques, il apparaît que ces dernières ont été réalisées en ne prenant comme source d'émissions uniquement l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie. Ceci est tout à fait cohérent lorsque l'on s'intéresse aux principaux polluants gazeux qui seront émis pour la grande majorité par l'usine. Par contre, la modélisation n'avait pas anticipé les dégagements de SO₂ émanant du stock de soufre alors que ce dernier a été clairement identifié comme l'une des principales sources de SO₂ responsables du dépérissement de la forêt de chêne Gomme (extrait du volet de la

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo - Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



présente étude : « Selon F. Murray, les feux de soufre semblent être la cause la plus probable du dépérissement du chêne Gomme principalement mais aussi d'autres espèces présentes dans la formation végétale. »).

Dans le cas des poussières atmosphériques (PM₁₀, poussières sédimentables), il aurait probablement été pertinent de prendre en compte les activités minières à proprement parler, qui sont des sources diffuses et importantes de poussières, comme scénarii dans les modélisations de dispersions atmosphériques. Quoi qu'il en soit, il n'apparaît pas, dans les documents qui ont été mis à disposition, d'explication permettant de justifier la ou les raisons pour lesquelles les activités d'exploitation minière n'ont pas été prises en compte comme source d'émission de polluants atmosphériques.

IV.1.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie

Les sites retenus lors de la réalisation de l'état de référence de la qualité des eaux de pluie, mené en 2005 par Goro Nickel, étaient au nombre de 4. Ces derniers n'ont pas été positionnés aux mêmes emplacements que les sites retenus pour l'établissement de l'état de référence de la qualité de l'air. Il n'apparaît pas dans les documents disponibles les raisons justifiant de ces positionnements différents. Ces différences, sans altérer très probablement la définition de l'état de référence, sont toutefois dommageables car il est préférable de disposer l'ensemble des sites de mesures aux mêmes endroits pour pouvoir bénéficier de la mesure de l'ensemble des paramètres climatiques et des paramètres de qualité de l'air.

De plus, au regard de la modélisation de dispersion atmosphérique, il aurait été préférable également de disposer du même nombre de stations de mesure de la qualité des eaux de pluies.

Enfin, il est précisé dans l'état de référence que ces « 4 sites de mesure sont suivis depuis 2002 de manière plus ou moins continue ». Or, ces résultats n'étaient pas disponibles. En effet, parmi les documents analysés dans le cadre de la présente étude, les informations concernant les états de référence datent de 2005 (voir précédemment) et les premiers résultats concernant les suivis (à proprement parler) de la qualité des eaux de pluie datent de 2008. De plus, ne disposant d'aucune donnée numérique brute, il n'a pas été possible de vérifier précisément ce point.

IV.1.3. Suivi de végétation

Les sites retenus pour la réalisation du suivi de l'état de santé des formations végétales par Vale Nouvelle-Calédonie, étaient au nombre de 3. Parmi ces derniers, 2 sites (Forêt Nord et Pic du Grand Kaori) ont été positionnés approximativement aux mêmes emplacements que les sites retenus pour l'établissement de l'état de référence et le suivi de la qualité de l'air. Cette correspondance est pertinente et permet de lier plus aisément les observations faites sur les végétaux et les caractéristiques de la qualité de l'air qui pourraient expliquer les éventuels impacts observés. De plus, leurs positionnements sont cohérents avec les résultats de la modélisation de dispersion atmosphérique réalisée par la société Katestone (2007). Ainsi, les stations sont positionnées conformément aux axes majeurs de dispersion des polluants atmosphériques déterminés par la modélisation.

Un troisième site de suivi a été positionné de manière à disposer de mesures dans une zone dite « de référence ». Ceci est important dans le cadre d'un suivi environnemental et doit permettre de distinguer les variations observées d'ordre naturel de celles liées à l'activité anthropique.

Concernant le dépérissement des Chênes Gommés, situés à proximité de l'usine de Vale NC, il peut être légitime de se poser la question de la pertinence des stations de suivi. Le positionnement d'une station de suivi de la qualité de l'air sous le vent du site industriel et à proximité de la formation végétale impactée aurait probablement permis d'anticiper sa dégradation. Il est toutefois important de préciser que l'objectif des stations de suivi est de mettre en évidence les impacts potentiels des activités anthropiques sur les composantes du milieu qui sont justement suivies. Or, dans le cas présent, ces derniers ont été détectés et Vale NC a mis un ensemble d'expertises et de mesures en place permettant de suivre l'évolution des individus. Donc malgré l'absence de station de suivi à ce niveau l'impact a quand même été détecté et Vale NC a mis en place un ensemble d'expertises et de mesures permettant de suivre l'évolution de ces individus.

Compte tenu du manque de connaissances concernant la sensibilité de la flore Calédonienne en milieu ultrabasique, d'autres scénarios de dépérissements qui n'ont pas été anticipés peuvent être imaginés, par exemple l'émission de poussières fines provenant de la zone d'extraction minière pourrait affecter les formations végétales exposées. Pour anticiper sur ces potentiels impacts, une surveillance de la végétation à une plus large échelle autour du complexe industriel et minier de Vale NC, avec la mise en place de suivis basés sur la télédétection par exemple, est une piste à explorer.

IV.2. Dispositions particulières

IV.2.1. Suivi de la qualité de l'air

Grâce aux coordonnées géographiques disponibles dans les différents documents, il a été possible de projeter l'ensemble des stations de mesure de la qualité de l'air. La carte ainsi produite montre des incohérences dans le positionnement des stations au cours du temps :

- les coordonnées des stations de mesures de la qualité de l'air, implantées en 2008, ne correspondent pas aux coordonnées définies dans les arrêtés de 2004 et de 2008 ;
- les coordonnées des stations de mesures de la qualité de l'air, implantées en 2008, ne correspondent pas aux coordonnées des stations mises en place pour la réalisation de l'état de référence ;
- les coordonnées des stations de mesures de la qualité de l'air, implantées en 2008, sont identiques en 2010 et en 2011, mais diffèrent avec celles de l'année 2009. Cette différence est très probablement liée à une erreur dans la retranscription du système de projection ;
- l'ensemble des informations disponibles dans la bibliographie exploitée (altitudes, distances au site industriel, etc.) montre que les stations de suivi ne changent pas de position ;
- la station de mesure positionnée au niveau de la tribu de Goro pendant la réalisation de l'état de référence ne fait pas partie du réseau de suivi mis en place en 2008.

Ces modifications dans le positionnement des stations de mesure de la qualité de l'air, peuvent poser des problèmes dans l'interprétation des résultats. En effet, ces modifications de la position des stations de mesures apparaissent d'une part par rapport aux positions définies dans l'état de référence, d'autre

part par rapport aux positions définies dans les arrêtés d'autorisation (2004 et 2008) et enfin au cours des différentes années de suivi. Bien que dans le volet 1 de l'étude il est avancé comme explication "*une erreur dans la retranscription du système de projection*" pour expliquer ces modifications de positionnement, il est important de garder ce point à l'esprit et de le vérifier sur le terrain avec précision. En effet, dans la pratique, les contraintes locales (relief, sources ponctuelles) pouvant altérer la mesure et le choix précis des stations doivent être considérées pour répondre aux objectifs de l'étude, en prenant notamment en compte :

- la distance du plus proche obstacle ;
- la hauteur du plus proche obstacle ;
- la position de sources d'émissions actuelles ou potentielles dans le voisinage immédiat ;
- la conformité à des standards internationaux ;
- les conditions climatiques tropicales impliquant des contraintes sur les matériels ;
- la sécurité du site ;
- la présence d'alimentation électrique ;
- les risques de vandalisme.

Tous les éléments précédemment cités peuvent influencer la mesure de la qualité de l'air, il est donc important de ne pas modifier les emplacements des stations de mesure. Si des modifications des emplacements sont inévitables elles doivent être faites :

- en prenant en compte les contraintes locales pour que le nouvel emplacement soit le plus similaire possible du précédent ;
- en prenant en compte les modèles de dispersion existants ;
- en étant consignées de manière claire et précise dans les différents rapports.

Une synthèse du positionnement des stations au regard de la dominance des vents dans le secteur du projet ainsi que de l'emplacement par rapport au site minier et à l'usine a été réalisée dans le Tableau 13 ci-après. Il est important de noter que l'information contenue dans ce tableau sur la dominance des vents (orientation principale) n'est qu'indicative et extraite des données consignées dans l'état de référence. Dans les documents mis à disposition, aucune donnée anémométrique et de pluviométrie annuelle n'a été fournie. Nous retiendrons donc les informations principales suivantes :

- la station Forêt Nord est localisée sous le vent de l'usine en saison humide comme en saison sèche et sous le vent de la mine en saison sèche. Elle semble donc bien positionnée au regard des enjeux environnementaux liés à la qualité de l'air ambiant ;
- la station Base vie est principalement localisée sous le vent de l'usine et du site minier. Elle semble donc bien positionnée au regard des enjeux de qualité de l'air ambiant pour les populations (même si le site de la Base vie n'est pas considéré comme un lieu de vie) ;
- la station Port boisé est principalement localisée au vent du site minier et de l'usine, excepté en saison humide où elle est soumise à un vent (non dominant) de secteur nord-ouest en provenance du site minier. Elle ne semble donc pas positionnée de façon optimale dans le sens où elle est influencée par les émissions atmosphérique du projet. Toutefois, cette station étant positionnée au niveau d'une zone habitée, des enjeux sanitaires ont probablement guidés son emplacement ;

- la station Pic du Grand Kaori est localisée sous le vent des 2 sites en saison humide et au vent en saison sèche. Pour la surveillance de la qualité de l'air vis-à-vis de l'impact potentiel des rejets atmosphériques sur la végétation, cette station apparaît donc bien positionnée ;
- la station Village de Prony est localisée la plupart du temps sous le vent de l'usine et du site minier. Ce qui fait d'elle une station bien positionnée au regard du transport des polluants potentiels dans l'air car elle est assez éloignée du site.

Enfin, la station de mesure positionnée au niveau de la tribu de Goro au cours de la réalisation de l'état de référence, n'a plus été suivie par la suite et aucune justification n'a été trouvée dans les documents disponibles. Il est vrai que cette station est située « au vent » des émissions de l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie. Toutefois, comme précisé précédemment, les émissions diffuses de poussière générées par les activités minières ne semblent pas avoir été prises en compte dans le modèle de dispersion atmosphérique. La présence d'habitants au niveau de cette tribu, la proximité des activités minières et le fait de disposer de résultats de référence font qu'il serait pertinent de rétablir la station de mesure à ce niveau.

Tableau 13 : synthèse du positionnement des stations du suivi de la qualité de l'air au regard des vents dominants et de leur position par rapport au site minier et à l'usine.

Station	Vent dominant		Vent secondaire		Positionnement de la station par rapport au site minier		Positionnement de la station par rapport à l'usine	
	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Forêt Nord	est-sud-est à sud	est et de secteur sud-sud-ouest à ouest		nord-est et ouest-sud-ouest à nord	au vent	sous le vent	sous le vent	sous le vent
Base vie	sud-est	nord-est à est		sud et sud-ouest	sous le vent (un peu)	sous le vent	sous le vent (un peu)	sous le vent (un peu)
État de référence	Port Boisé	nord-ouest à nord et sud-sud-est	est et de secteurs sud à sud-ouest	nord-est et ouest-sud-ouest à ouest	sous le vent	au vent	au vent	au vent
	Pic du Grand Kaori	est-sud-est à sud	sud-sud-ouest à est et nord-nord-est à nord-est		sous le vent	au vent	sous le vent	au vent
	Tribu de Goro	est-nord-est à est	est-nord-est à est	est-sud-est à sud-sud-est	sud-sud-ouest	au vent	au vent	au vent
	Village de Prony	est-nord-est à sud-est	est-nord-est à est		sud-sud-est à sud-sud-ouest	sous le vent	sous le vent	au vent

IV.2.2. Suivi de la qualité de l'eau de pluie

Comme pour les stations de suivi de la qualité de l'air, la projection des coordonnées géographiques, disponibles dans les différents documents, de l'ensemble des stations de mesure de la qualité de l'eau de pluie a permis de produire une carte montrant des différences dans le positionnement des stations au cours du temps :

- les coordonnées des stations de mesures de la qualité de l'eau de pluie, implantées en 2008, ne correspondent pas aux coordonnées des stations mises en place pour la réalisation de l'état de référence ;
- les coordonnées des stations de mesures de la qualité de l'eau de pluie ne correspondent pas toutes aux coordonnées définies dans les arrêtés de 2004 et de 2008 ;

- les coordonnées des stations de mesure de la qualité de l'eau de pluie diffèrent en fonction des années et des stations sans qu'une réelle règle puisse se dégager ;
- la station Forêt Nord mise en place en 2008 a été abandonnée à partir de 2009.

De la même façon que pour le suivi de l'air ceci pose la question de la rigueur du suivi des stations ou des relevés de terrain. Ceci pose aussi la question de la pertinence de l'analyse des résultats opérée par l'industriel. En effet, si les stations ont effectivement changé d'emplacement, alors les chroniques de suivi sur plusieurs années pourraient tout à fait être remises en cause, en particulier leurs qualités et leurs exploitabilités.

Une synthèse du positionnement des stations au regard de la dominance des vents dans le secteur du projet ainsi que de l'emplacement par rapport au site minier et l'usine a été réalisée dans le tableau ci-après (Tableau 14). Il est important de noter que l'information sur la dominance des vents (orientation principale), contenue dans ce tableau, n'est qu'indicative et extraite des données consignées dans l'état de référence. Dans les documents mis à disposition, aucune donnée anémométrique et pluviométrique annuelle n'a été fournie. De plus, pour certaines stations de ce suivi, nous avons cherché des stations de référence lorsqu'elles étaient suffisamment proches. Pour les autres, aucune donnée de vent n'a pu être exploitée. Ainsi, nous retiendrons donc les informations principales suivantes :

- dans l'état de référence, la station Usine, proche de celle de Forêt Nord, est située sous le vent de l'usine en saison humide comme en saison sèche et sous le vent de la mine en saison sèche. Elle semble donc bien positionnée au regard des enjeux environnementaux liés à la qualité des eaux de pluie ;
- dans l'état de référence, la station Déversoir, proche de celle de Pic du Grand Kaori, est située sous le vent des 2 sites en saison humide et au vent en saison sèche. Pour la surveillance de la qualité des eaux de pluie, cette station semble bien positionnée pour la saison humide mais moins bien pour la saison sèche ;
- au cours des suivis annuels, ce sont les stations de suivi de l'air qui ont été retenues, auxquelles se sont rajoutées la station Chutes de la Madeleine et la station du parc provincial de la Rivière Bleue :
 - pour la station Chutes de la Madeleine, les données sur les vents dominants ne sont pas disponibles, cependant cette station se trouve dans l'axe des stations Forêt Nord et Pic du Grand Kaori. Il est donc possible de dire qu'elle est localisée sous le vent de l'usine et du site minier, la plupart du temps. De ce point de vue, cette station semble bien positionnée. Par contre, la distance aux 2 sites (environ 10 km) concourt peut-être à un manque de cohérence quant au suivi réalisé à ce niveau ;
 - pour la station du Parc Provincial de la Rivière Bleue, elle est légèrement désaxée vers le nord-ouest par rapport aux stations Forêt Nord et Pic du Grand Kaori. Il est donc difficile de statuer quant au bien-fondé de son emplacement. Malgré tout, elle reste dans le secteur sous le vent des vents dominants de la zone. Sa distance par rapport aux sites industriel et minier (environ 25 km) pose la question de sa pertinence ;
 - pour statuer sur ces 2 stations, il faudrait analyser plus finement la dominance des vents ainsi que la topographie de la zone afin de modéliser la dispersion des

pluies jusque dans les secteurs des chutes de la Madeleine et du Parc Provincial de la Rivière Bleue, ce qui n'a pas été fait dans les modélisations de Katestone.

Tableau 14 : synthèse du positionnement des stations du suivi de la qualité des eaux de pluie au regard des vents dominants et de leur position par rapport au site minier et à l'usine.

	Station	Station de référence proposée	Vent dominant		Vent secondaire		Positionnement de la station par rapport au site minier		Positionnement de la station par rapport à l'usine	
			Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
État de référence	Usine	Forêt Nord	est-sud-est à sud	est et de secteur sud-sud-ouest à ouest		nord-est et ouest-sud-ouest à nord	au vent	sous le vent	sous le vent	sous le vent
	Déversoir	Pic du Grand Kaori	est-sud-est à sud	sud-sud-ouest à est et nord-nord-est à nord-est			sous le vent	au vent	sous le vent	au vent
	La capture		Pas d'information sur les vents dominants							
Suivis	Pépinière		Pas d'information sur les vents dominants							
	Usine	Forêt Nord	est-sud-est à sud	est et de secteur sud-sud-ouest à ouest		nord-est et ouest-sud-ouest à nord	au vent	sous le vent	sous le vent	sous le vent
	Forêt Nord	Forêt Nord	est-sud-est à sud	est et de secteur sud-sud-ouest à ouest		nord-est et ouest-sud-ouest à nord	au vent	sous le vent	sous le vent	sous le vent
	Village de Prony (Belvédère)	Village de Prony (Belvédère)	est-nord-est à sud-est	est-nord-est à est		sud-sud-est à sud-sud-ouest	sous le vent	sous le vent	sous le vent	au vent
	Port Boisé	Port Boisé	nord-ouest à nord et sud-sud-est	est et de secteurs sud à sud-ouest		nord-est et ouest-sud-ouest à ouest	sous le vent	au vent	au vent	au vent
	Base vie	Base vie	sud-est	nord-est à est		sud et sud-ouest	sous le vent (un peu)	sous le vent	sous le vent (un peu)	sous le vent (un peu)
	Pic du Grand Kaori	Pic du Grand Kaori	est-sud-est à sud	sud-sud-ouest à est et nord-nord-est à nord-est			sous le vent	au vent	sous le vent	au vent
	chutes de la madeleine		Pas d'information sur les vents dominants							
	Parc provincial de la Rivière Bleue		Pas d'information sur les vents dominants							

IV.2.3. Suivi de la végétation

Contrairement aux deux paragraphes précédents, la projection des coordonnées géographiques, de l'ensemble des stations de mesure de l'état de santé de la végétation a permis de produire une carte montrant la stabilité de ces dernières au cours du temps.

Une synthèse du positionnement des stations au regard de la dominance des vents dans le secteur du projet ainsi que de l'emplacement par rapport au site minier et l'usine a été réalisée dans le tableau ci-après (Tableau 15). Les éléments déjà vus dans le cadre du suivi de l'air sont rappelés ici pour plus de clarté :

- la station Forêt Nord est localisée sous le vent de l'usine en saison humide comme en saison sèche et sous le vent de la mine en saison sèche. Elle semble donc bien positionnée au regard des enjeux environnementaux liés à la qualité de l'air ambiant ;
- la station Pic du Grand Kaori est située sous le vent des 2 sites en saison humide et au vent en saison sèche. Pour la surveillance de la qualité de l'air vis-à-vis de l'impact potentiel des rejets atmosphériques sur la végétation, cette station semble bien positionnée ;
- la station Pic du Pin quant à elle est une station témoin. Elle est positionnée dans l'axe des 2 premières, légèrement plus au nord-ouest. Ce qui pose la question de la pertinence d'avoir positionné une station témoin dans l'axe d'influence des rejets atmosphériques liés au projet. Mise à part la distance au site, rien ne dit que cette station n'est pas soumise aux influences des rejets atmosphériques du projet. Son positionnement en tant que station témoin peut donc être discuté.

Pour les stations de l'expertise de F. Murray en 2011 (Tableau 15) :

- les points 1, 2, 3 semblent positionnés entre Base vie et Usine, et donc principalement sous le vent du site industriel ;
- le point 4 ne fait référence à aucun emplacement connu de station de suivi mais est dans l'axe de village de Prony, sous le vent des 2 sites la plupart du temps ;
- les points 5 et 6 sont implantés dans le secteur de Forêt Nord, donc sous le vent des 2 sites industriel et minier la plupart du temps.

Tableau 15 : synthèse du positionnement des stations du suivi de la végétation au regard des vents dominants et de leur position par rapport au site minier et à l'usine. FN : Forêt Nord ; PGK : Pic du Grand Kaori ; PP : Pic du Pin.

	Station	Station de référence	Vent dominant		Vent secondaire		Positionnement de la station par rapport au site minier		Positionnement de la station par rapport à l'usine		
			Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	
Parcelles permanentes	FN1	Forêt Nord	est-sud-est à sud	est et de secteur sud-sud-ouest à ouest		nord-est et ouest-sud-ouest à nord	au vent	sous le vent	sous le vent	sous le vent	
	FN2										
	FN3										
	FN4										
	PGK1	Pic du Grand Kaori	est-sud-est à sud	sud-sud-ouest à est et nord-nord - est à nord-est			sous le vent	au vent	sous le vent	au vent	
	PGK2										
	PGK3										
	PGK4										
	PP1	Pic du Pin	Pas d'information sur les vents dominants								
	PP2										
Points d'expertise de F.Murray	1	Pas d'information sur les vents dominants									
	2	Pas d'information sur les vents dominants									
	3	Pas d'information sur les vents dominants									
	4	Pas d'information sur les vents dominants									

5 Tour Telecom	Forêt Nord	est-sud-est à sud	est et de secteur sud-sud-ouest à ouest	nord-est et ouest-sud-ouest à nord	au vent	sous le vent	au vent	sous le vent
6 Station de traitement des eaux usées	Forêt Nord	est-sud-est à sud	est et de secteur sud-sud-ouest à ouest	nord-est et ouest-sud-ouest à nord	au vent	sous le vent	sous le vent	sous le vent

IV.3. Paramètres suivis et méthodes de mesures utilisées

IV.3.1. Suivi de la qualité de l'air

Dans le « volet 1 » de la présente étude, les paramètres et les méthodes de suivis ont été compilés et détaillés. Ces éléments sont repris ici de manière allégée afin d'être intégrés plus facilement dans cette partie de l'étude (Tableau 16).

Dans l'ensemble, le matériel de mesure utilisé répond aux exigences des normes françaises ainsi que les méthodes d'analyses. En revanche, les instruments de mesure utilisés au cours de l'état de référence diffèrent de ceux utilisés pendant la période des suivis (2008 à 2011). En effet, au cours de l'état de référence, l'analyse des concentrations en SO₂ et en NO₂ dans l'air a été réalisée en utilisant la méthode des tubes passifs alors que pour les suivis de 2008 à 2011, des analyseurs de mesure en continu ont été utilisés. Les tubes passifs sont de petits tubes contenant un réactif chimique permettant de piéger spécifiquement le polluant à mesurer. Ces échantillonneurs, après exposition à l'air ambiant pendant plusieurs jours, sont ramenés en laboratoire afin de procéder à l'analyse. Les analyseurs de mesure en continu, utilisés pour mesurer les concentrations en NO₂, sont basés sur la chimiluminescence. La chimiluminescence est une émission d'énergie lumineuse résultant d'une réaction chimique entre le composé azoté et l'ozone. Dans le cadre du SO₂, les analyseurs utilisent la méthode de la fluorescence UV. Les molécules de SO₂ sont excitées sous l'action d'un rayonnement UV intense et constant. Malgré la différence dans la méthode de mesure, les tubes passifs sont souvent utilisés dans le cadre des états de référence car ils présentent plusieurs avantages (coûts et encombrements réduits) et donnent des résultats qui restent, sur des valeurs moyennes, comparables aux analyseurs en continu. Ce qui permet, lors d'une campagne de mesure, de multiplier les points de surveillance afin d'y mesurer des concentrations moyennées sur la période d'exposition. En revanche, ces échantillonneurs ne permettent pas d'évaluer des concentrations sur des pas de temps très courts, à la différence des analyseurs automatiques en continu. Ainsi, en phase opérationnelle d'un projet il est normal de passer à des moyens de mesure plus rapides et précis.

Dans le cadre des concentrations en métaux dans les PM₁₀, deux types de capteurs différents ont été utilisés entre l'état de référence et les suivis de 2008 à 2011. Toutefois, ces deux types d'instruments sont conformes aux normes réglementaires et présentent des caractéristiques similaires permettant la comparaison des résultats ainsi obtenus.

Dans le cadre des concentrations en métaux dans les retombées de poussières, deux types de capteurs différents ont également été utilisés entre l'état de référence et les suivis de 2008 à 2011. Au cours de l'état de référence, des jauges de type « Hibernia » ont été utilisées, et à partir de 2008 il s'agit de jauges de type « Owen ». Ces deux types d'instruments sont conformes aux normes réglementaires et présentent des caractéristiques relativement similaires. Toutefois, en France, les jauges de type « Owen » sont plus généralement utilisées et donnent de meilleurs résultats (Ministère de l'Ecologie, du

Développement durable et de l'Ecologie). L'utilisation de ces collecteurs à partir de 2008 est donc positive. De plus, compte tenu de la présence des travailleurs, il est important de s'assurer de la disponibilité des résultats de retombées de poussière au niveau de la station de la base vie.

Tableau 16 : synthèse du suivi de la qualité de l'air : paramètres, méthodes de mesure, instrumentations, normes retenues pour l'état de référence et les suivis de 2008 à 2011.

Polluant recherché		Instruments de mesure (Etat de référence)	Instruments de mesure des suivis (2008-2011)	Méthode d'analyse utilisée	Type de mesure	Normes (Etat de référence)	Normes-(Suivis)
Mesure continue de l'air ambiant							
Gaz	SO ₂	Tubes passifs	analyseur AF22 d'environnement SA.	Selon normes	Quantité de fluorescence	Non précisé	NF X 43019 NF X 43013.
	NO ₂		Analyseur AC32 d'Environnement SA.	Selon normes	chimiluminescence.	Non précisé	NF X 43018 NF X 43 009.
Poussières PM ₁₀		/	analyseur MP101 d'Environnement SA. (1 par station)	Selon normes	Aspiration de 1 m ³ /h, au travers d'un filtre		NF X 43021 NF X 43023, NF X 43017.
Mesure ponctuelle des métaux							
Métaux dans les poussières en suspension	PM ₁₀	capteur automatique PM162 d'Environnement SA	Le partisol Plus d'Ecomesure (préleveur automatique)	Selon normes	Prélèvement des poussières	NF X 43-023 NF X 43-021 EN 12341	NF X 43-021 NF X 43-023 EN 12341
	Métaux	/		ICP-MS sur les poussières PM ₁₀ recueillies sur le filtre selon les normes	Analyse des métaux et leur dosage pour les fractions solubles et insolubles		NF EN 14902.
Métaux dans les retombées de poussières	PM ₁₀	collecteur de type Jauge Hibernia	collecteur de type Jauge Owen	Selon normes	Collecteur de précipitations	NF X43-014	NF X43-014
	Métaux	/		ICP-MS sur les poussières PM ₁₀ recueillies sur le filtre	Analyse des métaux et leur dosage pour les fractions solubles et insolubles	Non précisé	NF EN 14902.

Pour rappel, les références réglementaires nationales pour le suivi de la qualité de l'air imposent la mesure *a minima* des paramètres suivants : NO₂, NO_x, SO₂, PM₁₀ et O₃. De plus, la réglementation européenne (comme les préconisations de l'OMS) indique que le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le cadmium, le plomb, le mercure et leurs composés sont analysés pour la qualité de l'air ambiant.

Les arrêtés ICPE provinciaux, fixant les modalités d'exploitation d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt et d'une usine de préparation de minerai, d'exploitation d'une aire de stockage à résidus, mentionnent la mise en place d'un suivi de la qualité de l'air sur la base des paramètres suivants : SO₂, NO₂ et PM₁₀ et métaux contenus dans les poussières (As, Cd, Ni, Pb, Mn, Co, Cr, Cu, Hg, Sb, V, Zn).

Il s'avère donc que 3 paramètres ne sont pas mesurés, à proximité du site de Vale NC, dans le cadre de ce suivi de la qualité de l'air : l'ozone, les composés organiques volatils (COV : hydrocarbures, solvants, etc.) et les oxydes d'azote (seul le NO₂ est recherché). En revanche, ces paramètres sont mesurés au niveau des différents émissaires de l'usine.

L'ozone (O₃) n'est pas émis directement dans l'air. Il résulte plutôt de la transformation photochimique de polluants précurseurs : les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Ces polluants sont produits en grande quantité par des activités humaines comme le transport, les industries ou le chauffage. Les NO_x ont pour sources principales les combustions d'énergie fossile.

Dans le contexte du projet industriel et minier de Vale NC, la production potentielle d'O₃ par réaction chimique (sous l'effet de la lumière solaire) entre COV et NO_x n'est pas recherchée ni mesurée (selon l'association Scal'Air, elle n'est pertinente que dans un contexte urbain).

Pour ce qui est des métaux mesurés dans les poussières PM₁₀, il semble que la liste des métaux analysés soit conforme au regard des différentes réglementations européenne ou métropolitaine (pour As, Cd, Ni, Pb et Hg). Les métaux ne figurant pas dans cette liste ne disposent pas de seuil réglementaire (entre autres Cr et Mn). Il en est de même pour les retombées de poussières et l'analyse des métaux associés (As, Cd, Ni, Pb, Hg et Zn).

Compte tenu, de la forte toxicité du chrome hexavalent, la question d'analyser ses concentrations dans les poussières peut se poser. Toutefois, la spéciation du chrome dans l'environnement dépend de nombreux facteurs (potentiel redox, pH, présence de composés oxydants ou réducteurs, cinétique des réactions redox, formation de complexes ou de sels insolubles et concentration totale en chrome). De plus, le chrome VI est transformé en chrome III dans les sols et les sédiments (favorisé par des conditions anaérobiques et un pH faible) et le chrome III s'adsorbe plus que le chrome VI dans les sédiments et le sol. Enfin, le chrome est également émis naturellement dans l'atmosphère par la remise en suspension des matières érodées. Pour ces raisons principales, il semble donc que cette mesure ne permette pas d'apporter d'information pertinente.

IV.3.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie

Dans le « volet 1 » de la présente étude, les paramètres et les méthodes de suivis ont été compilés et détaillés. Ces éléments sont repris ici de manière allégée afin d'être intégrés plus facilement dans cette partie de l'étude (Tableau 17). Les paramètres qui sont mesurés réglementairement sont le pH, les sulfates, les nitrates et les chlorures. A cela sont rajoutés deux paramètres que sont la conductivité et les phosphates.

Il apparaît que l'instrumentation mise en place par Vale Nouvelle-Calédonie pour ce suivi est relativement artisanale. Malgré le fait que les documents précisent que les techniques d'échantillonnage sont conformes aux méthodes normées, le dispositif de récolte des échantillons ne fait pas référence à une norme précise.

En revanche, les méthodes analytiques utilisées par Vale Nouvelle-Calédonie sont conformes aux normes françaises (normes ISO la plupart du temps). Concernant les analyses des eaux de pluies, ces dernières, une fois récupérées, sont analysées en laboratoire en suivant les mêmes procédures et

normes analytiques que des eaux douces dites « normales ». La contrainte la plus importante pour pouvoir disposer de résultats fiables et comparables entre eux est le délai entre la récupération des eaux de pluie et leurs acheminements au laboratoire d'analyse. En effet, la problématique réside dans le laps de temps entre le moment où il pleut et le moment où les échantillons sont stockés pour être envoyés au laboratoire pour analyse. Dans les documents, il est précisé que la conservation et la manipulation des échantillons se fait en respect des normes et que le délai maximum de récupération des échantillons d'eau de pluie est de 7 jours, mais il n'est pas précisé, pour chaque échantillon, la durée (estimée ou mesurée) qui sépare la récolte de ce(s) dernier(s) du moment où ils sont pris en charge par les personnes responsables. De ce fait, il est possible que les échantillons restent soumis aux conditions environnementales (chaleur, ensoleillement etc.) pendant des durées relativement longues, conditions qui par conséquent peuvent altérer la qualité des résultats d'un échantillonnage à l'autre. De plus, la température des échantillons d'eau de pluie, ne semble pas non plus être mesurée au moment de leurs collectes. En effet, la température est une variable physique importante. Une variation de température entraîne une modification des constantes d'équilibres, entraînant diverses réactions chimiques qui peuvent influencer ainsi les caractéristiques physico-chimiques de l'échantillon d'eau.

Enfin, aucune donnée de précipitations n'est fournie dans les documents disponibles. Or, ces informations sont récoltées par Vale Nouvelle-Calédonie.

Tableau 17 : synthèse du suivi de la qualité des eaux de pluie : paramètres, méthodes de mesure, instrumentation, normes pour l'état de référence et les suivis de 2008 à 2011.

Paramètre/Protocole	Instrumentation	Méthodologie	
		Etat de référence	Suivis / convention
Conservation et manipulation des échantillons		NF EN ISO 5667-3	NF EN ISO 5667-3
Etablissement des programmes d'échantillonnage		NF EN 25667-1	NF EN 25667-1
Techniques d'échantillonnage		NF EN 25667-2	NF EN 25667-2
Sulfates		NF EN ISO 11885	NF EN ISO 11885
Nitrates		Méthode HACH 8192	NF EN ISO 10304-1
Chlorures	méthode artisanale Vale NC : bouteilles, entonnoirs, filtres Whatman	Méthode HACH 8113	NF EN ISO 10304-1
pH		NF T 90008	NF T 90008
Phosphates (non réglementaire)		/	/
Conductivité (non réglementaire)		/	/

En l'absence de réglementation spécifique à la qualité des eaux de pluie, le suivi de la qualité des eaux de pluie est cadré par les arrêtés provinciaux et la convention Biodiversité.

Il n'existe aucune valeur limite ou valeur dite "de référence" permettant de borner la qualité des eaux de pluie. Dans ces conditions, les seules valeurs pouvant être considérées comme "valeurs guides" seraient les valeurs obtenues lors de l'état de référence. Ces dernières serviraient de base de comparaison pour évaluer la dégradation potentielle, la stabilité ou l'amélioration de la qualité des eaux de pluie. Il faudra donc parler plus en termes de variation relative qu'en termes de dépassement de seuils. Ce point confirme également la nécessité de disposer d'un réseau de surveillance adéquat (stations soumises aux pressions et stations non soumises aux pressions dite "de référence" ou "de contrôle").

IV.3.3. Suivi de la végétation

Un suivi de la végétation a été mis en place dès 2006 pour les 3 stations que sont Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin (station témoin). La convention « Biodiversité » datée d'août 2009 reprend ces sites pour le suivi de la végétation. La méthode sur laquelle ce suivi se base est celle du Dr. F Murray, professeur à l'Université de Murdoch en Australie occidentale. Le protocole utilisé se base sur le risque d'exposition des arbres aux émissions atmosphériques induites par le site ainsi que l'absorption des polluants de l'air par les végétaux et leur accumulation au niveau des feuilles.

Les objectifs de ce protocole appliqué entre 2006 et 2010 sont de :

- déterminer tout changement dans la composition des espèces forestières ;
- déterminer tout changement dans la structure forestière ;
- déterminer tout changement de l'état de santé des végétaux.

Le protocole de suivi est synthétisé dans le Tableau 18 suivant.

Tableau 18 : organisation des parcelles de végétation et mesures faites sur les individus présents dans les parcelles de végétation.

Dispositif et nombre	Composition et diversité	Structure forestière	Santé	Sol, litière et feuilles pour analyse chimique	Couverture totale par station
Parcelle 400 m ² x 4	Identification des individus >10 cm (diamètre à hauteur de poitrine (d.b.h) Nombre	Arbres	Prélèvement de feuilles pour mesure de fluorescence chlorophyllienne	Prélèvement de 10 échantillons de sol, 10 de litière, 8 de feuilles prélevées sur des individus de 5 espèces communes à la parcelle	1600 m ²
Placette 10 m ² x 6	Identification des individus > 1 m de hauteur et <10 cm (diamètre à hauteur de poitrine (d.b.h) Nombre	Strate arbustive haute	Mesure de fluorescence chlorophyllienne sur une feuille par arbuste Observation de maladies et attaques par éléments pathogènes	NA	240 m ²
Placette 4 m ² x 8	Identification des individus de hauteur >20 cm ,< 1m Nombre	Strate arbustive basse	Mesure de fluorescence chlorophyllienne sur une feuille par arbuste Observation de maladies et attaques par éléments pathogènes	NA	128 m ²
Placette 1 m ² x 8	Identification des individus < 20 cm de hauteur Nombre	Strate herbacée	Mesure de fluorescence chlorophyllienne sur une feuille par arbuste ou plantule Observation de maladies et attaques par éléments pathogènes	NA	32 m ²

Le détail d'organisation des parcelles sur un site de suivi est rappelé sur la Figure 3 ci-après.

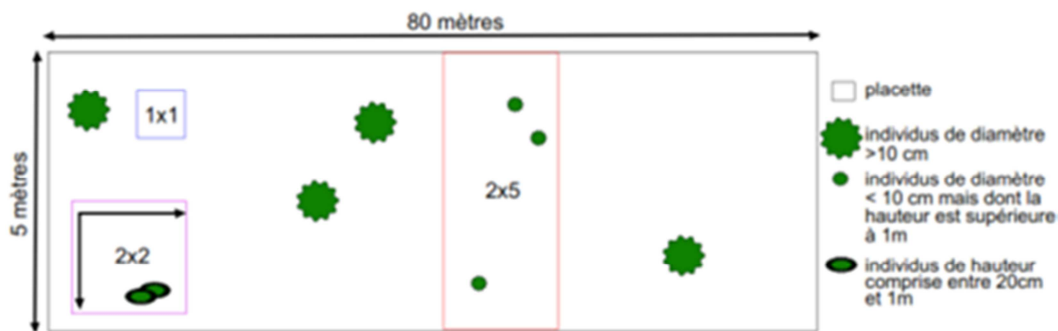


Figure 3 : schéma d'organisation des parcelles sur un site de suivi de la végétation, selon le protocole de Franck Murray établi en 2004.

Pour évaluer l'apport des polluants atmosphériques et leur absorption, il est nécessaire d'analyser les concentrations en soufre, en azote et en métaux à différents niveaux :

- des feuilles des plantes ;
- de la litière ;
- du sol.

Pour cela, dix parcelles permanentes ont été établies afin de suivre l'état de la flore :

- quatre sur Forêt Nord, installées à partir du 7 novembre 2006 ;
- quatre sur le Pic du Grand Kaori, installées à partir du 3 juillet 2007 ;
- deux sur le Pic du Pin, installées à partir de décembre 2009.

Pour les analyses chimiques, les paramètres analysés sont les suivants :

- pour la litière : azote (N), carbone (C), soufre (S), calcium (Ca), magnésium (Mg), sodium (Na), potassium (K), tous en pourcentages, et phosphore (P) et manganèse (Mn) en ppm (partie par million) ;
- pour le sol : pH, N, C, S, Ca, Mg, Na, K, Ti, Fe, Co, Cr, Mn, Ni, Al, Cu, P, Si, Zn ;
- pour les feuilles : Ca, Mg, Na, K, P, Mn, S, N.

La méthodologie est conforme à la problématique posée et n'apporte pas de commentaire particulier.

Le suivi de la végétation a pour objectif d'identifier les effets des émissions atmosphériques du projet sur les milieux vivants et plus particulièrement la flore. Démarré dès 2006, il a évolué après 2010 avec un objectif d'optimisation (effort d'échantillonnage, fréquences de suivi). Il vise à suivre les paramètres suivants :

- la structure forestière des sites de suivi ;
- la santé des sites par mesure de fluorescence chlorophyllienne ;
- la qualité chimique des sols, des litières et des feuilles.

Les paramètres qui sont suivis pour la caractérisation de l'état de santé de la végétation répondent d'une part aux exigences des organisations institutionnelles de Nouvelle-Calédonie et d'autre part aux besoins de l'industriel concernant la vérification de ses impacts potentiels.

Les modifications du suivi de la végétation, faites entre 2006 et 2010, ne mettent pas en cause la qualité de ce dernier. En effet, ces modifications ont été apportées après une analyse des résultats obtenus pendant plusieurs années et il n'y a pas eu de rupture dans les séries chronologiques des paramètres mesurés.

Enfin, concernant plus particulièrement la problématique liée au Chêne Gomme, les paramètres de suivi et les méthodes utilisés sont pertinents. En effet, les résultats de ces suivis permettent de mettre en évidence un dépérissement des organismes et que ce dernier est très probablement lié aux émissions de soufre.

IV.4. Fréquences de suivi

IV.4.1. Suivi de la qualité de l'air

Les fréquences de mesures définies pour le suivi de la qualité de l'air sont synthétisées dans le Tableau 19 ci-après.

Les gaz et les poussières en suspension sont mesurés en continu. Les données enregistrées par les préleveurs et récupérées par le système d'acquisition SAMEX sont transmises toutes les 4 heures via le réseau GSM sur un serveur.

Pour les métaux, les collecteurs de poussières sont récupérés pour être ensuite analysés. Les dates des campagnes de prélèvements ne sont pas précisées et ainsi il n'est pas possible de valider ou non les périodes de mesures, en fonction notamment des conditions météorologiques particulières du site (pluviométrie en fonction de la saison, dominance des vents, etc.). On sait seulement qu'en 2009 une seule campagne de mesure a eu lieu pendant le 1^{er} semestre en saison humide. La campagne de la saison sèche n'a pas eu lieu. Aucune campagne de mesure n'a eu lieu en 2010 ni en 2011.

Ainsi la fréquence des mesures ponctuelles pour les métaux dans les poussières n'est pas pertinente au regard des résultats disponibles.

Tableau 19 : synthèse des fréquences de mesures pour le suivi de la qualité de l'air.

Polluant recherché		Instruments de mesure Etat de référence	Instruments de mesure en 2008-2011	Fréquence
Gaz	SO ₂	Tubes passifs	analyseur AF22 d'environnement SA.	En continu, débit de 20 à 30 L/h
	NO ₂		Analyseur AC32 d'Environnement SA.	
Poussières PM ₁₀		/	analyseur MP101 d'Environnement SA. (1 par station)	En continu, débit de 1 m ³ /h
Métaux dans les poussières en suspension	PM ₁₀	capteur automatique PM162 d'Environnement SA	Le partisol Plus d'Ecomasure (préleveur automatique)	3 jours consécutifs d'aspiration à 1 m ³ /h
	Métaux	/		
Métaux dans les retombées de poussières	PM ₁₀	collecteur de type Jauge Hibernia	collecteur de type Jauge Owen	30 jours (+/-3 jours)
	Métaux	/	/	

IV.4.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie

Le suivi de la qualité des eaux de pluie est programmé à raison de 4 campagnes de prélèvements annuelles. Une fois un volume de 300 mL prélevé, les échantillons sont récupérés. Il n'est pas précisé à quelles périodes exactes doivent avoir lieu ces campagnes mais les documents laissent supposer des prélèvements en période humide et période sèche, et 1 fois par trimestre.

Aucune des 4 campagnes normalement prévues en 2008 n'a eu lieu. Trois campagnes de prélèvements ont eu lieu en 2009, en avril, juin et septembre. La campagne de décembre 2009 a été décalée à janvier 2010. Quatre campagnes de prélèvements ont eu lieu en 2010, en janvier, avril, août et novembre. Quatre campagnes de prélèvements ont eu lieu en 2011, en mars, juillet, août et décembre.

Au regard de ce qui est énoncé ci-avant, il s'avère qu'aucune campagne n'a pu être calée exactement comme celle de l'année précédente. Diverses raisons sont avancées et en particulier celles de problèmes techniques rencontrés.

En fonction de la méthode de prélèvement (à partir de 300 mL de pluie, les échantillons sont collectés quelle que soit la période), on peut supposer que les campagnes de prélèvements ne sont pas programmables à l'avance et qu'il semble impossible d'obtenir la reproductibilité des campagnes d'une année sur l'autre.

Enfin, compte tenu du type même de ce suivi, il n'est pas possible de réellement planifier à l'avance le moment où la quantité d'eau de pluie prélevée sera suffisante pour effectuer des analyses. Cependant, compte tenu de la méthode de prélèvement, il est raisonnable de considérer que les échantillons sont représentatifs des événements pluvieux survenus et donc considérer la fréquence comme cohérente.

IV.4.3. Suivi de la végétation

Les suivis de parcelle s'effectuent de manière annuelle depuis 2007 et non plus semestriellement comme il était préconisé dans le protocole établi selon les recommandations de F. Murray (en 2004) et souhaité initialement par les autorités compétentes.

A partir de 2010, les fréquences de ce suivi ont été revues comme suit :

- une mesure de la structure de la végétation présente dans les parcelles tous les cinq ans au lieu d'un suivi annuel ;
- un comptage annuel des plantes étiquetées afin de constater la mortalité ;
- les mesures de fluorimétrie seront limitées au nombre moyen de plantes par placette sur les deux plus petites surfaces (1 et 4 m²). Cela a pour but de réduire le temps passé sur ce type de mesures ;
- l'échantillonnage du sol, de la litière (10 échantillons de 100 g) et des feuilles devra s'effectuer annuellement à la même période que les mesures et ne comptera plus que cinq échantillons, puis, à partir de 2010, ces échantillonnages seront étendus au-delà des parcelles et sur des espèces spécifiques dont les taux d'azote (N) et de soufre (S) sont élevés par rapport aux données précédentes et dont les symptômes du dépérissement sont visibles ;
- des mesures de pH des sols devront être effectuées ;

- des mesures de luminosité au sol seront mises en place sur les parcelles de Forêt Nord pour mettre en évidence les changements de la canopée.

Il apparaît que l'optimisation du suivi de la végétation, réalisée en 2010, est pertinente au regard de la présente problématique. De plus, cette optimisation s'est faite après un suivi régulier pendant 5 années. Ainsi il a été possible, au regard des premiers résultats recueillis, de modifier le protocole de suivi pour allier la nécessité de disposer d'éléments pertinents et le temps mis pour recueillir ces derniers.

IV.5. Mise en œuvre des suivis

IV.5.1. Suivi de la qualité de l'air

La mise en œuvre du suivi de la qualité de l'air ambiant s'est fait sur la base des préconisations réglementaires au regard des normes françaises en cours. La plupart des méthodes de mesures sont normalisées et doivent permettre ainsi à l'opérateur de s'assurer de la qualité de mise en œuvre, de la conformité du matériel et de la formation des techniciens en charge de ces mesures.

Comme énoncé précédemment au cours de la phase 2 de cette étude, la mise en œuvre de ce suivi a été chaotique sur les premières années (problèmes matériels, calibration des appareils de mesure, actions de maintenance, etc.). Beaucoup de campagnes de mesures n'ont pas eu lieu et le taux d'exploitabilité des données disponibles s'en est trouvé diminué. Face à ce constat de complexité de la mise en œuvre du suivi, l'industriel Vale NC a décidé en 2011 d'externaliser le suivi et la maintenance du parc des stations en le confiant à l'association Scal'Air, (Association de Surveillance Calédonienne de la Qualité de l'Air) qui a pour mission de surveiller la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie, d'informer et de sensibiliser la population à ce sujet.

Il était donc prévu que le suivi reprenne en 2012 et qu'il serait toujours opéré par Scal'Air.

IV.5.2. Suivi de la qualité des eaux de pluie

La mise en œuvre du suivi de la qualité des eaux de pluie s'est faite sur la base des préconisations réglementaires au regard des normes françaises en cours. La plupart des méthodes de mesures sont normalisées et doivent permettre ainsi à l'opérateur de s'assurer de la qualité de mise en œuvre, de la conformité du matériel et de la formation des techniciens en charge de ces mesures.

L'appareillage de prélèvement des eaux de pluie a été élaboré de façon artisanale par Vale NC.

Comme énoncé précédemment au cours de la phase 2 de cette étude, la mise en œuvre de ce suivi a été chaotique sur les premières années (dispositif artisanal de prélèvement, chute du dispositif, changement de méthode, problèmes d'analyse en laboratoire, etc.). Beaucoup de campagnes de mesures n'ont pas eu lieu et le taux d'exploitabilité des données disponibles s'en est trouvé diminué. Plus précisément, les procédures d'échantillonnage ont changé au cours du suivi car des contaminations avaient été suspectées, notamment par l'usage de paraffine à l'intérieur des flacons. La chute du

dispositif et des erreurs de manipulation en laboratoire ont aussi contribué fortement à la perte ou la non récolte de données de terrain.

Il n'est pas mentionné dans la bibliographie disponible si ce suivi sera externalisé de la même façon que va l'être le suivi de la qualité de l'air.

Il n'empêche qu'en 3 ans de mesures (2009, 2010 et 2011), il est à l'heure actuelle difficile d'analyser les résultats de ce suivi et encore moins d'en dégager des tendances tant les données sont difficilement exploitables.

IV.5.3. Suivi de la végétation

Au regard de la bibliographie disponible et des données contenues dans les rapports, il semble que la mise en œuvre du suivi de la végétation soit la plus « réussie » par rapport aux autres suivis.

L'industriel s'est attaché à faire appel dès le début à une expertise extérieure qui a sans doute permis d'apporter une vision objective des besoins. La méthodologie préconisée a été appliquée, tant sur le choix des sites que sur la répartition des parcelles et des analyses à faire. Ainsi, un certain nombre de données disponibles entre 2006 et 2010 ont permis de caractériser la flore des parcelles suivies au sein notamment des réserves botaniques de Forêt Nord et Pic du Grand Kaori.

A partir de 2010, le protocole de suivi a évolué pour être plus pertinent. Comme évoqué précédemment, cette optimisation a été rendue possible grâce à la disponibilité de données constantes et cohérentes sur une période suffisamment longue. Il convient maintenant de poursuivre ce suivi dans les termes définis en 2010. Ces derniers pourront être revus par la suite au regard des résultats obtenus.

Chapitre V - DOCUMENTS ET DONNÉES DISPONIBLES

Depuis 2004, la zone d'étude a fait l'objet de nombreuses campagnes de mesure. Toutefois, malgré la quantité relativement importante de données récoltées et de documents produits, l'analyse des évolutions spatio-temporelles de la qualité de l'air et de l'eau de pluie est limitée. L'explication vient du fait que les informations produites (données, rapports etc.) manquent souvent de clarté et de lisibilité, sont peu ou pas expliquées et les intitulés sont peu compréhensibles. En revanche, les informations disponibles concernant le suivi de la végétation apparaissent avec plus de clarté.

Ainsi, sur les 42 documents mis à disposition pour réaliser cette étude, la grande majorité (70%) présente une qualité qui limite les possibilités d'analyses et d'interprétations. En effet, ces documents sont soit :

- partiellement ou pas reliés au contexte de l'étude ;
- rédigés avec un nombre de fautes d'orthographe plus ou moins importantes et erreurs de syntaxe gênant la compréhension ;
- rédigés avec des erreurs de reproduction (copier/coller) récurrentes pouvant gêner la compréhension ;
- rédigés avec des analyses insuffisantes ou absentes.

Pour illustrer ces éléments quelques exemples sont donnés ci-après :

- les rapports de suivi environnemental de la qualité de l'air ambiant de Vale Nouvelle-Calédonie de 2008 à 2011 :
 - o les positions des stations de mesures ne sont pas celles préconisées dans les arrêtés d'autorisation et sont différentes d'un rapport à l'autre ;
 - o une norme de référence (particules en suspension dans l'air) est différente de toutes les autres normes utilisées dans les suivis et dans l'état de référence. Les normes pour les sulfates/nitrates/chlorures sont différentes des suivis de 2008 à 2011 et de l'état de référence de 2005 ;
 - o les intitulés des tableaux donnant les moyennes annuelles des concentrations en NO₂ et en SO₂, sont peu explicites. En effet, les valeurs moyennes horaires maximales sur l'année semblent correspondre soit aux moyennes des maximums horaires enregistrés dépassant les SRI et VLPSH, soit aux moyennes des moyennes horaires dépassant les SRI et VLPSH, comme cela est précisé dans le volet 1 de la présente étude ;
 - o dans la majorité des rapports les valeurs des moyennes sont données sans écart-type (ou intervalle de confiance) et il n'y a aucun détail des calculs ;
 - o la majorité des données est disponible sous forme de graphiques peu lisibles et ne permettant pas de lire précisément les valeurs ;
- dans l'ensemble des documents il n'y a pas de données brutes disponibles qui permettraient de vérifier les résultats des calculs qui sont donnés ;

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo – Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



- dans beaucoup de documents également il n'y a que des données numériques non-exploitable car ce sont par exemple uniquement des moyennes ou des valeurs maximales qui sont données ;
- dans les rapports, les modifications (choix des stations, méthode de mesure, période de mesure etc.) ne sont ni explicitées, ni justifiées.

Concernant les données utilisées dans les rapports pour caractériser la qualité de l'air et la qualité des eaux de pluie, il est précisé que « *les données ne sont considérées comme exploitables qu'à partir de 75% de valeurs disponibles* ». Cette règle est préconisée par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) dans son guide : « Règles et recommandations en matière de validation des données – critères d'agrégation – paramètres statistiques » (2003). Dans le document de l'ADEME il est précisé exactement que « *une donnée est considérée comme valide si au moins 75 % de ses éléments constitutifs le sont* ». C'est à dire que si le pas de temps standard est le quart d'heure (moyenne des mesures sur quinze minutes), le système d'acquisition de données considérera que la donnée quart horaire est valide si 75 % des mesures sont valides. Le raisonnement est le même pour le passage de quart horaire vers horaire puis pour tous les calculs basés sur les données horaires. Or dans les documents disponibles plusieurs incohérences ont pu être notées. Le Tableau 20 suivant présente à titre d'exemple pour l'année 2008 la démarche utilisée pour le SO₂. D'après les informations disponibles dans le rapport, 79% des données sont disponibles (donc les données sont valides). Si l'on applique le calcul d'après ce qui est expliqué dans les rapports, la valeur devrait être de 85% (les données sont également valides). Il n'est pas précisé dans les rapports la démarche de calcul utilisé pour obtenir cette valeur de 79%. Ceci est identique pour l'ensemble de ces informations. Ainsi, ces confusions et ces incohérences limitent les analyses des résultats.

De plus, dans le guide précédemment cité, les règles et recommandations en matière de validation des données, des critères d'agrégation et des paramètres statistiques suivent un processus précis et rigoureux qui débute dès la prise de données sur le terrain et se termine par la diffusion des données sous forme de rapport, de base de données, de communiqués, etc. Or tous ces éléments ne sont pas décrits dans les documents disponibles.

Tableau 20 : exemple de calcul du pourcentage des données disponibles pour les mesures continues (moyenne horaire) en SO₂ (dioxyde de soufre) pour toute l'année 2008 (bissexile). En gras, les données pouvant être exploitées (>75%). FN : Forêt Nord.

		FN	FN
		Vale NC	Théorique
SO₂	Nb de jour capteur installé (1)	338	
	Nb de jour fonctionnement capteur (2)	296	
	taux de fonctionnement (%) (3)	88	88 (2/1)
	Nb de données attendues (horaire) (4)	8784 (366*24)	8112 (1*24)
	Nb de données valides (horaire) (5)	6916	
	Pourcentage de données validées	79	85 (5/4)

Les rapports du suivi de la végétation sont plus élaborés que ceux des autres suivis. Ils semblent faire l'objet d'un travail de « reporting » plus poussé. Pour autant, un certain nombre de choses sont reprises d'un rapport sur l'autre et il est courant que l'on retrouve les mêmes erreurs (fautes d'orthographe ou de frappe par exemple).

Les résultats sont traités de façon statistique, ce qui confère à l'ensemble un aspect plus complet et plus sérieux pour l'analyse et l'interprétation des résultats. De même, les illustrations, support du propos, sont plus variées et mieux adaptées.

Le principal point qui pourrait être bloquant réside dans le fait que les erreurs de syntaxe sont nombreuses et peuvent parfois gêner la lecture et la compréhension.

Chapitre VI - RECOMMANDATIONS

VI.1. Paramètres suivis

Pour l'ensemble des 3 suivis, il apparaît que les listes des paramètres suivis sont assez complètes.

Pour le suivi de la qualité de l'air, il a été mentionné que l'ozone (O_3) et les COV (composés organiques volatiles), en particulier les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) n'étaient pas mesurés par l'industriel Vale NC alors qu'ils sont réglementaires en métropole et en Europe. Dans certains pays comme la Suisse ou l'Australie, le monoxyde de carbone (CO) est lui aussi réglementaire. De plus, la mesure de ce polluant est recommandée par l'Organisation Mondiale pour la Santé.

Il apparaît donc que certains polluants, issus d'une activité industrielle notamment, sont absents de ce suivi alors qu'ils pourraient participer à la dégradation de la qualité de l'air ambiant. L'évolution dans ce sens serait d'inclure la mesure du CO et des COV au suivi annuel de la qualité de l'air. Le suivi de l' O_3 , à l'image du suivi qui est assuré par l'Association Scal'Air sur Nouméa ne semble pas pertinent dans le contexte industriel du grand sud (Scal'Air, com. Pers.).

De plus, la station Base vie, étant principalement située sous le vent des installations (sud-sud-est pour l'usine et est pour la mine), il conviendrait de procéder à des mesures ponctuelles, en complément des mesures en continu, par préleveur individuel de PM_{10} et/ou $PM_{2.5}$ afin d'évaluer la qualité de l'air inhalé par les ouvriers sur le site de Vale NC. Il pourrait en être de même sur le site minier, et notamment pour les zones où les manipulations de matériaux bruts (carrières, verses, zones d'ouverture de pistes, etc.) sont importants, en rajoutant aux mesures de poussières, les mesures d'amiante environnemental. En effet, d'après la Figure 4 ci-après, il apparaît que le projet industriel et minier de Vale NC est situé dans une zone à probabilité moyenne ou indéterminable (en l'état actuel des connaissances) de présence de terrains amiantifères.

Notons que le chrome hexavalent n'est pas un paramètre mesuré dans les poussières. Toutefois, compte tenu du comportement du chrome dans l'atmosphère, des processus chimiques complexes qui régissent sa spéciation et de ces sources naturelles d'émissions diffuses, il semble que cette mesure ne permette pas d'apporter d'information pertinente.

Pour ce qui est de la qualité des eaux de pluie, l'intérêt principal de ce suivi réside dans le fait de pouvoir évaluer si oui ou non l'activité industrielle et minière de Vale NC dans le sud de la Grande Terre peut avoir un impact néfaste sur la composition des eaux de pluie, avec notamment une acidification notable qui pourrait avoir des effets délétères sur les sols, la végétation, les ressources en eau de surface, la faune et la flore aquatiques, etc. A l'origine des pluies acides, se trouvent essentiellement les oxydes de soufre (SO_2 et SO_3) et d'azote (NO et NO_2). Ces polluants réagissent dans l'atmosphère avec le dioxygène et l'eau pour former de l'acide sulfureux H_2SO_3 et de l'acide nitrique HNO_3 .

E.M.R – Groupe MINE-R-EAUX

Nouméa : 58 rue de Papeete (Ducos) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : lot 1, Section Koniambo – Voh – BP 680 – 98860 Pouembout Cedex

Tel. / Fax : (687) 47 94 04



Dans des conditions normales, le pH d'une eau de pluie se situe aux environs de 5.6. Une pluie est dite acide lorsque son pH est inférieur à 5. Afin de rendre ce suivi plus pertinent, il conviendrait donc d'ajouter aux paramètres déjà suivis les acides énoncés ci-avant, soit l'acide sulfureux H_2SO_3 et de l'acide nitrique HNO_3 .

Pour le suivi de la végétation, les paramètres mis en place semblent pertinents au regard de la méthodologie appliquée et issue des recherches du professeur Franck Murray. L'adaptation du protocole de suivi, à partir de 2011, a été validée par les autorités de tutelle et semble convenir à l'ensemble des parties.

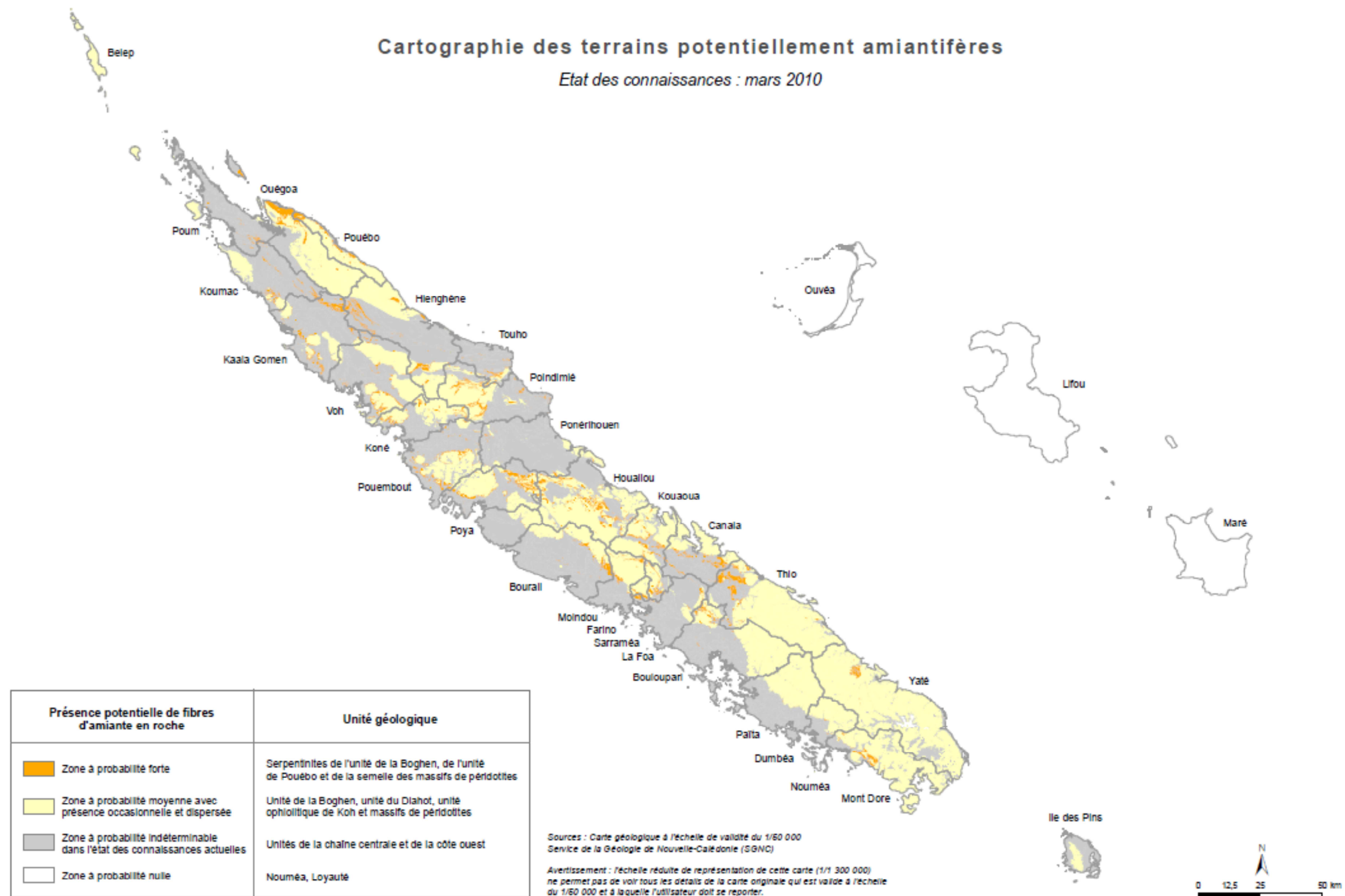


Figure 4 : cartographie des terrains potentiellement amiantifères - source : DASS-NC.

VI.2. Stations suivies

Pour ce qui est des stations de suivi, que ce soit pour l'air, la pluie ou la végétation, la recommandation principale découle du constat que la position de beaucoup de stations de suivi a changé. Il est très important de positionner de manière correcte les stations de suivi dès le départ et de ne plus modifier leurs emplacements par la suite. Si pour des raisons objectives et pertinentes les positions de(s) stations devaient être modifiées, il faudrait disposer d'une période de recouvrement suffisante pour que les résultats obtenus sur l'ancienne position puissent être corrélés avec ceux obtenus à la nouvelle position. Ainsi, l'ancienne station pourrait être abandonnée au profit de la nouvelle.

De plus, dans l'ensemble aucune station ne peut en l'état actuel être considérée réellement comme une station témoin. En effet, la seule station témoin affichée est celle de Pic du Pin dans le cadre du suivi de la végétation. Or cette station, malgré la distance éloignée au site industriel, reste sous les vents dominants en provenance de l'usine et de la mine.

Afin de positionner correctement une véritable station témoin, il conviendra tout d'abord de réaliser une étude approfondie des vents de la zone, ainsi que de la pluviométrie et de la topographie. Ainsi, sur ces bases, il sera possible de modéliser au plus près les phénomènes climatiques naturels autour de la zone du projet industriel et minier et par conséquent désigner l'emplacement d'une véritable station témoin, pouvant servir au moins aux suivis de la qualité de l'air et de la qualité des eaux de pluie.

A première vue, il semblerait que la zone située légèrement au sud-ouest de Port Boisé (aux environs du Cap N'Dua) soit propice à l'installation de ce type de station. Un exemple d'emplacement est proposé sur la Figure 5. Cette proposition devra être validée par des études énoncées plus haut.

De même, il a été montré que la station située à la tribu de Goro était au vent des installations tant en saison humide qu'en saison sèche. Il apparaît donc que l'emplacement de cette station soit pertinent pour un suivi témoin, au moins pour la qualité de l'air et la qualité des eaux de pluie.

Pour la végétation, il a été énoncé que la station Pic du Pin sera abandonnée, ce qui en soit ne semble pas judicieux. Afin de poursuivre ce suivi de façon cohérente, il conviendrait de garder cette station et de trouver une station témoin de remplacement, et si possible dans la zone de la tribu de Goro, avec les mêmes caractéristiques que Forêt Nord et Pic du Grand Kaori. Il serait alors nécessaire de suivre ces 2 stations pendant une période de temps suffisamment longue pour qu'il y ait recouvrement des données et que des extrapolations puissent être faites. La station du Pic du Pin pourra alors être abandonnée dans un second temps.

Il est évident, au vu des impacts relevés sur la forêt de chêne Gomme, qu'une station puisse être installée au droit du site de l'Usine, côté Creek de la Baie Nord.

D'autre part, en vue d'anticiper d'autres impacts sur la flore, l'étude des possibilités de surveillance à de plus larges échelles spatiales la végétation autour du complexe industriel et minier de Vale NC semble pertinente (ex : suivi par télédétection).

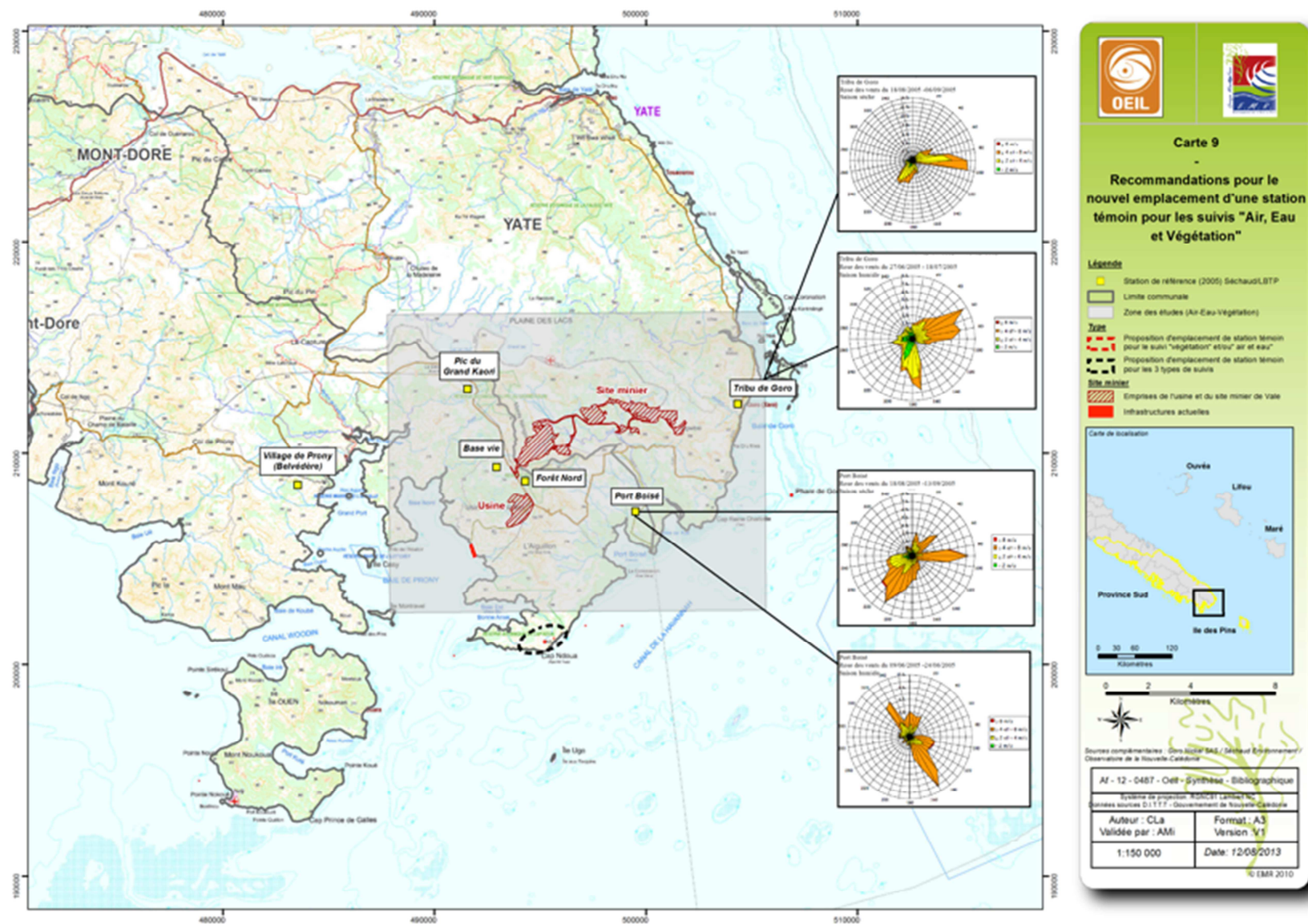


Figure 5 : proposition d'emplacements pour une nouvelle station témoin à intégrer aux suivis de la qualité de l'air, de la qualité des eaux de pluie et de la végétation.

VI.3. Fréquences de suivi

Dans l'ensemble, les fréquences de suivi énoncées semblent pertinentes. Pour autant, depuis la mise en œuvre des suivis, et plus particulièrement pour l'air et l'eau, aucune fréquence n'a pu être validée au regard des résultats obtenus. En effet, les résultats dont nous disposons ne permettent pas pour l'instant de dégager une tendance.

Seules les mesures en continu des gaz pour la qualité de l'air ambiant ont pu fournir un certain nombre de données exploitables. Il convient donc de maintenir ces mesures en continu.

Pour les mesures ponctuelles, et notamment celles des métaux dans les PM₁₀ en suspension et dans les retombées de poussières, il conviendra de déterminer réellement les campagnes de mesures de façon trimestrielle, en s'astreignant chaque année de programmer les campagnes aux mêmes dates que les années précédentes.

Pour l'ensemble des 3 suivis, il conviendra de maintenir les fréquences prévues et ce pendant une période d'au moins 5 ans afin de fournir de la donnée brute suffisante en quantité et exploitable d'un point de vue qualitatif.

C'est en fonction des résultats obtenus au terme de ces 5 années et des tendances potentielles qui pourront en être extraites que seulement les fréquences de suivi pourront être réajustées.

VI.4. Mise en œuvre des suivis

Nous avons vu que la mise en œuvre des suivis de l'air et des eaux de pluie a été laborieuse, notamment pour des raisons de technicité, de disponibilité du matériel et des équipes techniques.

C'est principalement pour cette raison que Vale NC a décidé de confier à l'association Scal'Air le suivi de la qualité de l'air à partir de 2011, avec les opérations de maintenance, la récolte des résultats ainsi que le travail de traitement et d'analyse de la donnée brute.

Il conviendra de poursuivre cet engagement au moins pour une durée de 5 ans. En effet, la prise en main des stations par Scal'Air permettra de garantir, tant à l'industriel qu'aux autorités, la fiabilité des stations, la bancarisation des données brutes et une analyse la plus objective possible des résultats.

Pour le suivi de la qualité des eaux de pluie, le constat qui peut être fait est le même que pour le suivi de l'air. En effet, la mise en œuvre difficile des stations (dispositif artisanal qui a pu connaître un certain nombre de déconvenues, erreurs de manipulation tant sur le terrain qu'au laboratoire) montre bien que l'externalisation de ce suivi à un prestataire pourrait être une bonne option. En effet, depuis 2008, beaucoup de données brutes de terrain s'avèrent inexploitables et l'industriel est donc dans l'impossibilité de dégager des tendances quant à la qualité des eaux de pluie.

VI.5. Rapports Vale NC des suivis

D'un point de vue « reporting », on a pu faire le constat de la qualité moyenne des rapports analysés. Les points principaux sont relevés ci-après :

- aucune mise à disposition des données brutes dans les rapports ;
- la qualité et la pertinence du traitement des données peuvent être en deçà de ce que les autorités sont en droit d'attendre (peu d'analyse des données) ;
- la mise en valeurs des données au sein des rapports est souvent très limitée ;
- la forme (syntaxe, orthographe, mise en page, etc...) est de façon générale peu qualitative.

Afin d'améliorer cet aspect, il conviendra de procéder à de véritables relectures en interne permettant à l'industriel de se corriger, de s'améliorer. Vale NC devra faire apparaître sur les versions définitives le rédacteur et le relecteur, ceci dans un objectif de transparence et pour permettre aux autorités d'identifier un interlocuteur privilégié.

Il est tout autant nécessaire que ces rapports soient aussi relus de façon attentive par les autorités destinataires, et ceci dans le but affiché d'y apporter une critique constructive.

Enfin, compte tenu de la qualité de la plupart des rapports mis à disposition dans le cadre de la présente étude et considérant les lacunes et les imprécisions que ces derniers contiennent, il a été très difficile de réaliser ce travail de synthèse et d'analyse critique. En effet, la majorité des questionnements qui se posent à la lecture des deux volets du présent travail, sont dus aux manques de précisions et/ou aux lacunes dans les rapports rédigés dans le cadre des présents suivis.

Chapitre VII - CONCLUSIONS

Dans le cadre de la synthèse des connaissances sur le suivi de la qualité de l'air et des pluies dans la zone d'influence du complexe industriel et minier de Vale Nouvelle-Calédonie, le présent rapport constitue le rapport final de l'étude en question.

Il fournit une synthèse des résultats obtenus au cours des différentes missions de terrain réalisée depuis 2004. En second lieu, ce rapport met en exergue la stratégie du suivi depuis les premières missions. Il apparaît que dans le cadre du suivi de la qualité de l'air et des pluies, Vale Nouvelle-Calédonie a mis en place un réseau de suivi basé sur une stratégie clairement définie et relativement constante au cours du temps. Ce réseau de suivi est cohérent au regard de la problématique posée et des impacts potentiels du projet industriel et minier. Cependant, malgré les nombreux suivis réalisés dans la zone d'étude, les changements de position de stations, des méthodes de prélèvement et/ou d'analyse, les problèmes de mise en œuvre des suivis et l'absence de contrôle détaillé sur les données collectées et diffusées font qu'à l'heure actuelle un nombre de données très limité peut être utilisé en rapport du travail effectué par Vale Nouvelle-Calédonie.

En conclusion, et à la lecture des éléments décrits précédemment, plusieurs recommandations peuvent être formulées dans le cadre de l'optimisation du suivi de la qualité de l'air et des eaux de pluie :

- il est primordial de disposer des données les plus brutes possible, sous format papier ou sous format électronique mais n'ayant subi aucun traitement. Ces données doivent être transmises au Client et/ou aux autorités administratives compétentes et la sauvegarde de leurs intégrités doit être assurée ;
- la transmission des données brutes pourrait être programmée de façon mensuelle ou trimestrielle ;
- les données brutes des mesures doivent être accompagnées de leurs métadonnées associées ;
- il est nécessaire de disposer des documents et des informations de référence servant à produire les résultats des mesures ;
- il est primordial de contrôler la qualité des données transmises, de leurs traitements et des analyses associés. Ce contrôle doit être fait par le Client et/ou par les autorités administratives compétentes ;
- il est primordial de ne pas modifier l'emplacement des stations de suivis. Si des modifications doivent être apportées, soit les nouvelles stations doivent s'ajouter de manière pérenne, soit des mesures en doublons devront être faites pendant une période de recouvrement suffisante et après un bilan analytique des données récoltées pendant cette période avant de pouvoir envisager toute suppression d'une station de mesure ;
- il est primordial de ne pas changer de méthode et de mesure (paramètre et/ou méthode d'analyse). Les méthodes choisies doivent correspondre aux préconisations réglementaires et aux normes en vigueur.

L'ensemble de ces recommandations vise essentiellement à permettre que les données autorisent une comparaison spatio-temporelle précise. Ainsi, l'utilisation de toutes les données de mesures existantes permettrait de traiter les données dans un contexte de suivi à long terme, en prenant en compte

l'ensemble des données historiques, actuelles et futures, indispensables dans l'évaluation des impacts potentiels d'un projet d'une telle ampleur.

Bibliographie

ADEME, 2003. Règles et recommandations en matière de : Validation des données - Critères d'agrégation - Paramètres statistiques. Document technique, 68 pp.

Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air. JORF n°274 du 25 novembre 2004 page 19977, texte n° 48.

EMR, 2014. Synthèse des connaissances sur le suivi de la qualité de l'air et des pluies dans la zone d'influence du complexe industriel et minier de Vale Nouvelle-Calédonie 2004 - 2012 (Volet 1/2), 156 pp.

Katestone Environmental, 2007. Modélisation révisée de la dispersion des émissions atmosphériques de projet Goro Nickel, mai 2007. 40 pp.

LBTP / Séchaud, 2005. Evaluation de la qualité de l'air ambiant avant exploitation de gisements de minerai de nickel et cobalt dans la Province Sud de la Nouvelle-Calédonie - campagne de mesures saison sèche. 46 pp.

LBTP / Séchaud, 2005. Evaluation de la qualité de l'air ambiant avant exploitation de gisements de minerai de nickel et cobalt dans la Province Sud de la Nouvelle-Calédonie - campagne de mesures saison humide. 49 pp.

Murray F., 2012. Investigations sur les facteurs en cause du dépérissement de la végétation dans la zone d'emprise de l'activité industrielle de Vale Nouvelle-Calédonie. 36 pp.

Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, 2008. Arrêté n°1769-2004/PS du 15 octobre 2004 autorisant la société Goro Nickel à exploiter une usine de traitement de nickel et de cobalt dont la capacité de production nominale est de 54 000 tonnes de nickel et 5400 tonnes de cobalt par an aux lieux-dits "Goro" et "Prony-est" sur les communes de Yaté et du Mont-Dore.

Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, 2008. Convention N° C.238.09 Fixant les modalités techniques et financières de mise en œuvre de la démarche pour la conservation de la biodiversité.

Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, 2008. Arrêté n°1466-2008/PS du 9 octobre 2008 autorisant l'exploitation d'une aire de stockage à résidus et ses cellules de suivi par la société Goro Nickel SAS - site de la Kwé Ouest - commune de Yaté.

Scal'Air, 2013. La qualité de l'air à Nouméa et dans le sud de la Nouvelle-Calédonie, bilan 2012. 97 pp.

Vale NC, 2005. Rapport Etat de références de la qualité de l'air. 10 pp.

Vale NC, 2011. Suivi de l'état de santé de la flore des réserves forestières provinciales à proximité de l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie bilan 2006-2009. 87 pp.

Vale NC, 2011. Suivi de l'état de santé de la flore des réserves forestières provinciales - période 2011. 36 pp.